

المكتبة  
الثقافية  
العدد ٢٧٥

# السيرية

## في الإنسان والمجتمع والتكنولوجيا

دكتور محمد مصطفى الفولى





المكتبة الثقافية

جامعة حرة

٢٧٥

# السيرية

في الإنسان والمجتمع والتكنولوجيا

دكتور محمد مصطفى الفولى

الرؤية المصرية العامة للتأليف والنشر

١٩٧١



اهداء . . .

الى اخوانى وزملائى شباب مصر  
والوطن العربى اهدى هذا الكتاب . . .  
محاولة على الطريق للربط بيننا وبين  
الثقافة العلمية العالمية .



# مقدمة

عزيزى القارىء ، ...

ان العصر الذى نعيشه يتميز بانتشار الآلة والأوتوماتية، ويعتبر الصناعيون أنهم يعيشون فى ثورة صناعية ، لا تقل أهمية وأثرا عن عصر الثورة الصناعية الذى أعقب اكتشاف الآلة ، ان لم تزد عنها . وهذه الثورة الجديدة سببها الأوتوماتية . وأخذنا نسمع اصطلاحات جديدة مثل العقول الالكترونية والأجهزة الموجهة من بعد ، والأجهزة الموجهة ذاتها ، وغيرها من الاصطلاحات الفنية الأخرى .

والعلوم البيولوجية تشهد أيضا تطورا ، لا يقل أهمية بالنسبة للإنسان ، عن التطور الذى شهدته العلوم الفيزيائية فى أواخر القرن الماضى ، وأوائل القرن الحالى ، وكان نتيجته اكتشاف طبيعة المادة ، وتركيب الذرة ، ثم

اكتشاف الطاقة الذرية ، وتصنيع القنبلة الذرية ، ثم تسخير الطاقة الذرية لخدمة الانسان ٠٠٠ والعلوم البيولوجية تحاول الكشف عن أصل الحياة وطبيعتها ( مثلما تبحث العلوم الفيزيائية في أصل المادة ) والسبب في أن كائنا ما يكون حيا ، وكيف يعمل الكائن الحى على أن يظل حيا ، وهل يمكن التأثير بصورة أو أخرى على صفات هذا الكائن وكيف ؟ والاكتشافات التى توصل اليها البيولوجيون فى هذا المجال تفتح للانسان آفاقا غير محدودة فى مختلف الاتجاهات، الا انه ولا شك يمكن اساءة استغلالها فتضر بدلا من أن تفيد ، مثل الطاقة الذرية التى استخدمت فى صنع القنبلة الذرية للمدمار ، وفى نفس الوقت استغللت كطاقة محركة للسفن وغيرها من الاستخدامات السلمية .

ويعلق بعض المتتبعين لهذه الاكتشافات البيولوجية ، بأنه لن يمضى وقت طويل حتى يصبح علماء البيولوجيا من الثروات الوطنية ، التى يجب الحفاظ عليها ، ووضعها تحت رقابة شديدة ، كما كان الحال بالنسبة لعلماء الفيزياء فى الماضى .

ومهما كان مدى صحة هذا التنبؤ، فاننا ولا شك نعيش فعلا ، أو قادمون على حقبة علمية من أخصب الحقبات التى مر بها تاريخ الانسان . هذه الحقبة ستشهد التحاما جديدا بين علوم الطبيعة والبيولوجيا من جهة ، والفلسفة من جهة أخرى ، بعد أن طال ابتعادها . أو بمعنى آخر التحاما بين العلوم التجريبية والعلوم الانسانية بوجه عام . وهذا



سيزيد من نراء الانسان العلمى فى مختلف المجالات ،  
وسيزيد من تفهمنا للمادة والحياة ويسهل تسخيرهما لخدمة  
المجتمع داخل اطار الدين والأخلاقيات والفلسفة والمنطق .

ومن أهم انجازات العلم الحديث خلال القرن العشرين،  
وضع أساسيات وتطبيقات علم السيبرنية الذى يطلق عليه  
أيضا السيبرناتيك أو السيبرناطيقا .

واستطاع علم السيبرنية أن يلعب دورا هاما ورئيسيا  
فى الربط بين النظم الحية والنظم التكنولوجية ، أو بين الحياة  
والمادة ، اذ تعمل أساسياته على زيادة تفهم سير النظم  
الحية ، أما التطبيقات المتعددة لهذه الأساسيات فتساعد  
على تطوير العلوم التطبيقية التكنولوجية ، وتعمل على  
ازدياد رفاهية الانسان . وأدت السيبرنية الى تطوير  
الآلات الحاسبة الالكترونية ، وآلات التحكم المختلفة ،  
وبالذات فى مجال اطلاق الصواريخ ، والتحكم فى اتجاهاتها،  
مما أدى الى تطوير وسائل الدفاع الجوى ، وساعد على  
سرعة انجاز برامج الفضاء . ولم تقتصر تطبيقاته على هذه  
المجالات ، بل تعدتها الى نواحي الحياة الأخرى .

وسنحاول فى هذا الكتاب ، بقدر المستطاع ، اعطاء  
فكرة عامة عن هذا العلم... أساسياته التى بنى عليها...  
وتطبيقاته فى العلوم المختلفة ، مبتعدين كل البعد عن  
التعقيدات الرياضية المتعددة ، والتى لولاها لما استطاع

هذا العلم ، فى هذه الفترة الوجيزة ، أن يحقق ما حققه  
من انجازات علمية وتكنولوجية .

وفقنا الله تعالى الى كل ما فيه خير الوطن والانسانية .

دكتور محمد مصطفى الفولى

الأهرام (جيزة )

فى مارس سنة ١٩٧١

# تمهيد

السيبرنية علم جديد ، ولكن هذا اللفظ استخدم لأول مرة بالفرنسية فى عام ١٨٣٤ ، الا أن السيبرنية كعلم لم تتبلور الا بعد أن وضع العالم الأمريكى نوربرت فينر كتابه المشهور فى عام ١٩٤٨ وضمنه الأساسيات العامة لعلم السيبرنية ورغم أنه هو نفسه حذر فى هذا الكتاب من اعتباره مرجعا لهذا العلم ، الا أن الكتاب شمل معظم ما كان معروفا من أساسيات هذا العلم وتطبيقاته فى ذلك الوقت واحتوى الأساس الرياضى لعدد من النظريات السيبرنية • واعتبر عام ١٩٤٨ الميلاد الرسمى للسيبرنية كعلم له أصوله وقواعده •

وأهمية السيبرنية تعود الى أن هذا العلم يدخل فى حياة الانسان منذ مولده حتى نهاية عمره • ونظرياته تشرح كيف تعمل الأجهزة الداخلية فى جسم الانسان ،

وتفسر سلوك الانسان الاجتماعى تجاه الجماعة ، والتداخل بين سلوك الجماعة والفرد . . وتوضح كيف تعمل مراكز القوة فى المجتمعات المختلفة على التأثير فى قدرة الفرد ( وبالتالي الجماعات ) على اتخاذ القرارات ، وكيف يمكن توجيه اتخاذ القرارات فى ناحية معينة لتحقيق هدف معين . وفى مجالات التطبيق أمكن باستخدام النظريات السيبرنية تصميم آلات التوجيه الذاتى ، والآلات الحاسبة الآلية ، والصواريخ الموجهة وغيرها .

وحتى نرى كيف تعيش السيبرنية داخل ، ومع كل انسان ، سنتتبع الخطوط العامة لحياة أى فرد ، فى أى مجتمع من المجتمعات ، سواء فى الشمال أو الجنوب . . . فى الشرق أو الغرب ، بغض النظر عن اللون أو الجنس أو الدين أو الاتجاه السياسى أو الاقتصادى .

تبدأ حياة الانسان بتزاوج الرجل والمرأة ، وحدث تلقيح واخصاب البويضة الأنثوية ، وتكوين أول خلية لتصبح نواة للانسان الذى سيتكون منها . . . هذه الخلية تتكاثر وتنقسم وتتطور ، وينشأ عنها خلايا مختلفة الأشكال ، لتؤدى وظائف مختلفة ، لتعطى فى النهاية انسانا حيا ، بالشكل الذى نعرفه للانسان ، مع اختلافات ظاهرية بسيطة فى لون الجلد والعين والشعر . . . الخ بين كل شخص وآخر .

عملية انقسام الخلية وتكوين خلايا مختلفة فى الشكل ، وفى الوظائف الحيوية التى تؤديها ، من خلية واحدة ،

لتعطي في النهاية الانسان بشكله النهائي ، تخضع في معظم ، ان لم يكن في كل ، مراحلها للنظريات السيبرنية . . . بل ان النظريات السيبرنية نفسها نشأت وتطورت لتفسير هذه الظواهر البيولوجية .

هذا الانسان يولد ، ويبدأ في التعلم مما حوله من أشياء وكائنات ويحس بها ويتجاوب معها ، وهذه العمليات يتحكم فيها الجهاز العصبي للانسان ، الذي يعتبر أساسا لكل النظم السيبرنية . . . كذلك عمليات النمو ، وهضم الغذاء ، والرغبة الجنسية ، وغيرها من العمليات الحيوية ، عبارة عن نظم سيبرنية مختلفة .

هذا الانسان قد يتعرض خلال حياته لأمراض متعددة . . . معظم هذه الأمراض التي قد لا يكون لها سبب واضح ، كالكسر مثلا ، أو الإصابة بمسببات خارجية ، مثل الميكروبات . . . الأمراض التي لا تدخل ضمن هذه المجاميع ، تكون في معظم الأحيان ناتجة من خلل في النظم السيبرنية البيولوجية داخل جسم المريض . . . مثل بعض الأمراض العقلية والعصبية ، والخلل الذي ينشأ من تركيز السكر في الجسم وغيرها . . . والسرطان ذلك الداء الوبيل الذي حار العلماء والأطباء في علاجه ، أمكن تفسير ظهوره وانتشاره تبعا للأسس السيبرنية .

وأمكن لهذه النظرية الحديثة في تفسير السرطان ، أن تجمع في داخلها كل المسببات ، التي كان العلماء يعتقدون أن أحدها قد يكون السبب الرئيسي لظهور المرض ، وبالتالي

حسنت الخلاف بين العلماء والأطباء حول سبب ظهور المرض . وأعطت تفسيراً حديثاً له ، مما ساعد على تجميع الجهود للوصول الى طريقة لمنع انتشار المرض ، أو لمنع ظهوره أصلاً .

ان الانسان لا يعيش وحيداً يأكل ويمرض ويتكاثر . . . ولكن حتى اذا اقتصر وجوده على أداء هذه الوظائف ، فهو يحتاج الى أنثى اذا كان ذكراً ، والى ذكر اذا كانت أنثى . حتى يمكن أن يؤدي وظيفة التكاثر وحفظ النوع . . . وبالتالي فهو لا يقضى حياته وحيداً . . . بل فى إطار مجموعة من الأشخاص الآخرين . . . أى فى مجتمع ، مهما كان عذا المجتمع صغيراً أو كبيراً . . . ووجود الانسان داخل مجتمع ، يدفعه الى محاولة إيجاد وسيلة من الوسائل لربط أفراد المجتمع بعضهم ببعض . ومحاولة التوفيق بين رغباتهم المختلفة . . . وقبل هذا وذاك . يجب أن تنشأ بينهم وسيلة للتفاهم أو ما نسميه الآن باللغة . هذه اللغة قد تكون عبارة عن اشارات أو أصوات معينة ، وتصل فى أعلى مراحل تطورها المعروفة الى ما نعرفه الآن من اللغات المكتوبة ، ذات الأصول والقواعد الثابتة . . . اللغة فى حد ذاتها نظام السيبرنية .

واذا وجدت الجماعة واللغة ، ووضع للجماعة نظام معين للتوفيق بين رغبات أفرادها نشأ ما يسمى بالمجتمع ، الذى يحتاج كلما زاد عدد أفرادها الى نظم أكثر تعقيداً لتنسيق العلاقات بينهم ، فنزى فى المجتمعات البدائية

شيخ انقبيلة ، ويتطور الأمر فى المجتمعات الحديثة الى وجود الحكومات بأشكالها المختلفة ، والسلطات التنفيذية والتشريعية وغيرها . وعندما يكبر المجتمع تصبح لغة التخاطب بين شخص وشخص ، قاصرة عن توصيل المرغوب الى كل أفراد المجتمع ، اذ يصبح من العسير على ممثلى السلطات المختلفة التعرف على وجهات نظر كل فرد فى المجتمع . بسماع رأيه شخصيا ، أو توصيل المعلومات اليه ، عن طريق التحدث اليه شفويا . ومن هنا نشأت وسائل الاتصال الجماعية ، أو وسائل الاعلام ، مثل المنادى فى المجتمعات الصغيرة ، التى لا تعرف القراءة والكتابة ، والنشرات العامة المكتوبة ، ثم الصحافة بمختلف أنواعها وأشكالها . ثم الاذاعة والسينما والمسواف ( التلفزيون ) وغيرها . وكلما كبر المجتمع ، وتعددت الأنشطة بين أفراداه . قل اهتمام الفرد بالكثير من أمور المجتمع ، التى لا تمس حياته مساسا مباشرا ، وأصبح بعيدا عن مصادر اتخاذ القرارات ، بحيث لا يمكنه بسهولة التأثير على اتخاذ القرارات . . . ولكن لا بد لكل مجتمع من المجتمعات ، مهما كانت صورته السياسية أو الاجتماعية أو الاقتصادية، أن يعمل على التنسيق بين رغبات الأفراد بعضهم وبعض ، وبينهم وبين المجتمع ككل . ويجب أن يكون اتخاذ القرارات ، على الأقل نظريا ، فى صالح الافراد أنفسهم . ولذا يجب اشتراكهم بصورة أو أخرى فى اتخاذ القرارات المختلفة أو على الأقل اعطاؤهم الفرصة لاختيار من ينوب

عنهم فى اتخاذ القرارات ، وهكذا من الصور المختلفة التى نعرفها للدول الحديثة .

ولكن عملية اتخاذ القرارات ، كما سنرى فيما بعد ، يجب أن يسبقها توفر معلومات متعددة عن الموضوع الذى سيتخذ القرار بشأنه ، وما يحيط به من ملابسات ، وما يمكن أن يحدث من ردود فعل نتيجة الاتجاه بالقرار نحو هذا الاتجاه أو ذاك . . . . . عملية توفير المعلومات واتخاذ القرار ، ودراسة ردود الفعل المختلفة التى قد تحدث وادخالها فى الحسبان ، ثم اتخاذ قرار معين بناء على ذلك ، عملية سيبرنية سنتناولها تفصيلا فيما بعد .

وهكذا نرى أن الطبيعة تسير فى كثير من عملياتها الحيوية تبعا للنظم السيبرنية . . . . . كذلك العلاقات الاجتماعية بين أفراد المجتمع الانسانى تحكمها النظريات السيبرنية .

ولكن هل الانسان أو المجتمع الانسانى فقط هو الذى يسير وفق هذه النظم . . . . . بالطبع لا ، فالطبيعة لا تفرق بين الكائنات الحية بها مهما كان نوعها . . . . . وجميعها فيما يتعلق بوجودها ونظم حياتها العامة ، تتبع نفس القوانين ، وتسير وفقا لنفس النظم والقواعد . . . . . لذلك نجد أيضا ان تكاثر الحيوانات والحشرات والنباتات يخضع عدوما لنفس نظريات تكاثر الانسان ولا شك فى أن هناك بعض الشواذ ، الا أنها لا تؤثر على النظريات العامة . . . . . كذلك الحركة فى الحشرات تخضع لنظم سيبرنية مثل حركة



الانسان ، وغيرها من مظاهر الحياة الأخرى .

وبعد أن استطاع الانسان دراسة هذه النظم الطبيعية ، واستخلاص النظريات الأساسية العامة ، التي تفسر وتشرح عمل النظم السيبرنية ، بدأ فى تطبيق هذه النظريات لزيادة رفاهيته . وبدأ الانسان فى تصميم الآلات التي تعمل تبعا للنظم السيبرنية ، مثل الآلات الحاسبة الالكترونية ، وآلات التحكم الذاتى ، وآلات التوجيه من بعد . وسمعنا عن الطائرات التي تطير بدون قائد ، وتوجه من الأرض ، والطائرات التي توجه ذاتيا ، والقطارات التي تسير بدون سائق . وسمعنا أيضا عن المصانع والآلات التي تعمل ذاتيا ، وغيرها من المنجزات التكنولوجية للسيبرنية .

وهكذا أصبحت السيبرنية جزءا لا يتجزأ من الانسان الحديث ، تعيش معه فى جسمه ، وفى علاقاته مع أفراد المجتمع ، وفى الأجهزة والأدوات التي يستخدمها فى حياته . . . ونظرا لما فتحت الدراسات والتطبيقات السيبرنية من آفاق لا حصر لها أمام الانسان ، فإن هناك احتمالات لأن تتجه هذه التطبيقات ناحية عكسية وتعمل على اقلال حياة الانسان ، بدلا من العمل على زيادة رفاهيته . ويدل كثير من معارضى التطبيقات السيبرنية التكنولوجية على رايهم هذا ، بأن الثورة الصناعية الجديدة ، التي أحدثها استخدام النظم والآلات السيبرنية فى الصناعة ، أدت الى الاستغناء عن الأيدي العاملة . الا أن مؤيدى السيبرنية

يردون بأن انتاج الآلات السيبرية فى حد ذاته . يحتاج الى الانسان ، وأن استخدام أى اكتشاف علمى جديد ، لرفع المستوى الحضارى للانسان ، أو للقضاء عليه يتوقف فى حد ذاته على هذا الانسان نفسه ، الذى يتحكم فى طرق استخدام الاكتشاف الجديد . وفى هذا يقول نوربرت فينر فى كتابه السابق الذكر .

« الثورة الصناعية الحديثة ستعمل على تقليل الاهتمام على العقل الانسانى ، على الأقل بالنسبة للقرارات البسيطة او الروتينية التى يتخذها . ولكن كما استطاع عامل البناء الفنى ، والميكانيكى الماهر ، والحاتك المتمكن التغلب الى حد ما على اضرار الثورة الصناعية الاولى ، فان الباحث ورجل الادارة المتورئين يمكنهما أن يتغابا على اضرار الثورة الصناعية الثانية . ولكن كيف . . . الجواب هو أننا نحتاج الى مجتمع يقوم على سيادة القيم الانسانية . وليس على البيع والشراء . وحتى يمكن أن نصل الى هذا المجتمع ، فإننا نحتاج الى تخطيط واسع ودمارك عديدة . هذه المعارك يجب أن تكون ( اذا سارت الأمور كما نرجو ) على المستوى الفكرى . اما اذا سارت فى طريق آخر فإننا لا نرى على أى مستوى ستكون هذه المعارك . . . وليس فى إمكاننا ايضا أن نوقف هذا التقدم التكنيكى ، انه سمة العصر ، ولكن كل ما نستطيع عمله ، هو أن نمنع أن يقع هذا التقدم فى أيدي التكنولوجيا عديمى المسؤولية . . . أننا يمكن أن نعمل على أن تفهم اكبر قاعدة ممكنة من الراى

العام ، اتجاه ووضع العمل الحال • وثى نفس الوقت  
نركز دراستنا على تلك الدراسات الفسيولوجية ونبعد  
بقدر الامكان عن الحرب والاستبعاد •

ويستطرد فيقول :

« أنا اكتب هذا الكلام فى عام ١٩٤٧ • ويجب أن  
اعترف بان الأمل فى تحقيقه ضعيف جدا » •

ومنذ ذلك التاريخ حتى الآن تطورت السيبرنية ،  
وتعددت مجالات استخدام نظرياتها فى سرعة نادرة ،  
وقسمت الى فروع مختلفة ، بل ان هذه الفروع نفسها  
تفرعت فى اتجاهات متعددة مختلفة ، وتدرس السيبرنية  
كعلم قائم بذاته فى كثير من جامعات أوروبا وأمريكا •

ويعتبر ما تم حتى الآن من تفهم لاساسيات  
السيبرنية ، وما توصل اليه من تطبيقات تعتمد على هذه  
الاساسيات ، جزءا قليلا جدا مما يمكن أن يتحقق فى  
المستقبل • لذلك فان كثيرا من الباحثين يطلقون على  
السيبرنية - وبحق - علم المستقبل •



الفصل الأول

ماهية السيبرنية



## نوربرت فينر Norbert Wiener

ولد في مدينة كولومبيا بولاية ميسوري في الولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٨٩٤ . ويعتبر تاريخ حياته مثالا حيا للمعبرة والنبوغ . ومنذ صغره وحتى توفي في عام ١٩٦٤ كان ينتقل من نجاح لآخر وترك الانسانية رعيذا ضخما من النتائج والأفكار العلمية .

التحق في الحادية عشرة من عمره بالجامعة وأنهى دراسته بالحصول على شهادة الدكتوراه من جامعة هارفارد في الثامنة عشرة . ثم واصل الدراسة في جامعات كورنل وكولومبيا بالولايات المتحدة الأمريكية ، وكامبردج بإنجلترا ، وجوتنجن بألمانيا ، وكوبنهاجن بالدانمرك . وأصبح أستاذا في معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا في سن الأربعين .

نشر العديد من الموضوعات والكتب والمقالات العلمية حول السيبرنية وتطبيقاتها وبالذات في المجالات الهندسية والاجتماعية ، وساهم في اختراع الرادار ووسائل الاتصال في الجو .

وتعدى اهتمامه بالرياضيات والسيبرنية الى أشياء أخرى منها اتقان اللغات ، ويقال أنه كان يتقن على الأقل اثنتي عشرة لغة منها اللغة الصينية . وكان عالما ملتزما بالانسانية كلها ، ولم يشغله نجاحه العلمي عن الانسان ، وكان يعبر باستمرار من سوء استخدام النتائج العلمية ضد رفاهية الانسان .

السيبرنية كعلم جديد له مفاهيم وتعريفات عديدة ،  
وقد وصف ذات مرة بأنه « العلم الذى يشرح فيه  
الفسولوجيين للمهندسين كيف يبنون الآلات ، ويشرح فيه  
المهندسون للفسولوجيين كيف تسير الحياة » .

كما يطلق على السيبرنية « العلم الذى يدرس  
النظريات العامة للتحكم فى النظم المختلفة سواء كانت  
بيولوجية أو تكنولوجية » . ويعرف أيضا بأنه « علم نقل  
الاشارات أو علم التحكم الذاتى » .

واتفق كثير من العلماء أخيرا على تفسير السيبرنية  
بأنها : « العلم الذى يفسر عمل النظم المختلفة ، التى تعتمد  
فى عملها على اشارات تصل اليها ، بغض النظر عن كون  
هذه النظم فيزيائية ، أو فسيولوجية ، أو سيكولوجية .  
وفى نفس الوقت تشمل تطبيقات هذا العلم النظم الفيزيائية  
والفسولوجية والسيكولوجية . كما يدرس بناء أو تحقيق  
مثل هذه النظم التى تبنى لأداء غرض معين موضوع  
سابقا » .



وأول من استخدم لفظ سيبرنية هو العالم الفرنسي  
أمبير في كتابه « مقال في فلسفة العلوم » (Essai sur la  
philosophie des sciences) في عام ١٨٣٤ ، وذلك في  
معرض حديثه عن الحكومة حيث أطلق هذا اللفظ بالفرنسية  
Cybernetique على طريقة الحكم ويقصد بها أن الحكومات  
تقود الحكم بطريقة معينة ، لتحقيق هدف موضوع  
سابقا . واعتبر ان الهدف في حد ذاته لا دخل له  
بالسيبرنية ، لأنه ليس عملا علميا . ولفظ السيبرنية  
مشتق من اللغة اليونانية القديمة في الأصل ( دفة  
الربان ) أو ( دفة القيادة ) .

وجاء بعد أمبير مهندس ألماني اسمه هرمان شميدت ،  
وأثار في محاضرة له في أكتوبر عام ١٩٤٠ ، ان نظرية  
التحكم لها نفس الأهمية سواء في العلوم الهندسية أو  
الфизиولوجية ، واعتبرها أساس تفهم هذه العلوم .

الا أن نوربرت فينر يعتبر الأب الحقيقي للسيبرنية .  
وهو أول من ربط العلوم المختلفة بعضها ببعض داخل  
إطار نظرية التحكم . وقد قام بتجميع دراساته حول هذا  
الموضوع في كتابه الذي صدر في عام ١٩٤٨ «السيبرنية»  
Cybernetics والذي يعتبر الميلاد الرسمي للسيبرنية  
كعلم . وفي هذا الكتاب يشرح تطور الدراسات التي  
أجراها بالاشتراك مع عدد من الباحثين ، وبالذات  
الدراسات المشتركة مع روزينبلوت ويذكر أنه في عام  
١٩٤٠ بدأ يهتم اهتماما أساسيا بتطوير الآلات الحاسبة

الالكترونية ، واعتبر تطوير هذه الآلات من أهم الأمور التي يجب الاهتمام بها في حالة الحرب ، التي كانت على الأبواب في هذه الفترة ، الا أن المسؤولين لم يهتموا بالاقتراحات التي قدمت في هذا الشأن ، في فترة الاستعداد للحرب ، ولكن بعد بداية الحرب ، وجد فينر نفسه مدفوعا الى الاشتراك في مشروع حربي ، يعتمد في تنفيذه على تطوير الآلات الحاسبة الالكترونية . وأساس المشروع كان إيجاد طريقة مناسبة مضبوطة لتحديد مكان التقاء القذيفة المضادة للطائرات ، المطلقة من الأرض ، مع الطائرات المتحركة في الجو ، بحيث تصيب القذيفة الطائرات ذات السرعات الفائقة . وهذا ولاشك يعتمد أساسا على حساب سرعة الطائرة ، وسرعة القذيفة واتجاه الطائرة ، ثم تحديد مسار القذيفة بحيث تلتقي بعد مدة معينة بالطائرة في المكان المنتظر أن تكون فيه الطائرة بعد هذه الفترة . واشترك معه في هذه الدراسة يوليان بيجلوف J.H. Biegloff . وكانا يستعينان باستمرار بـروزينبلوت .

وخلال تنفيذ البرنامج الذي وضع لبحث هذا المشروع ، أمكن التوصل الى حقائق عديدة تربط بين النظم الآلية والفسيرولوجية ، واتفق على تسمية الفرع من العلوم الذي يختص بالتنظيم ونقل المعلومات ، سواء في الآلة أو الكائن الحي اسم ( السيبرنية ) وبذا نشأ هذا العلم .

وفينر نفسه يقرر أنه ليس وحده صاحب الفضل

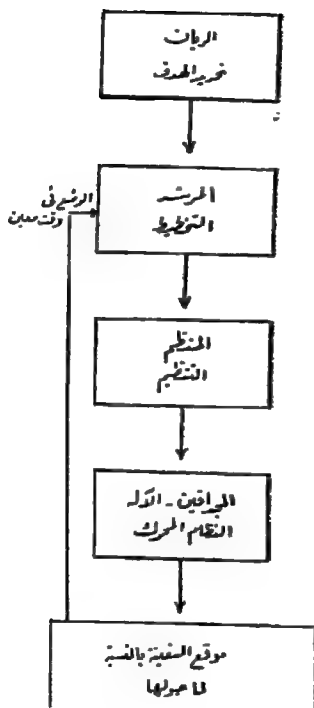
فى ضيور السيبرنية كعلم ، ويؤكد دور كثير من العلماء  
الآخرين مثل ييتس وليتفن وفون نويمان وجولدشتين ،  
كذلك لعبت المدرسة الروسية بريادة كولوجروف دورا  
هاما فى تطوير مفاهيم السيبرنية .

### النظريات التى تتحكم فى الأنظمة السيبرنية :

سبق أن ذكرنا أن العالم الفرنسى أمبير هو أول من  
استخدم لفظ السيبرنية بمعناها المشتق من اليونانية ،  
والذى يعنى « دفة الربان » . وإذا أخذنا نظام سير اى  
سفينة كنظام من النظم السيبرنية ، فان ذلك سيسهل  
علينا معرفة النظريات الفرعية التى تتحكم فى هذه  
النظم ، مهما كانت نوعيتها . وفى هذا النظام نجد  
الآتى :

١ - ربان السفينة يحدد الهدف ، ويمكنه أن يختار  
أحد المسارات بالذات ، اذا كان هناك أكثر من طريق  
للوصول الى المكان المراد الوصول اليه .

٢ - المرشد أو القائد يحدد موقف السفينة فى وقت  
اعطاء الأمر ، ويعمل على تنظيم خط سير معين ومثالى  
لتنفيذ مطلب الربان . وهو يجب أن يكون قادرا على تذكر  
ما طلبه الربان طول وقت السير ، حتى يمكنه باستمرار  
أن يقارن بين الهدف ، الذى يؤدى اليه خط السير المثالى  
الذى قرره ، وبين مطلب الربان ، وأن يعدل من خط سيره  
ليصل فى النهاية الى الهدف الذى حدده الربان .



٣ - المنظم وهو يتولى مهمة التنسيق بين التعليمات التى يصدرها المرشد وبين المنفذين على حسب الامكانيات المتاحة للسفينة ، وقدرة محركاتها وطاقمها وكفاءته .

٤ - النظام المحرك وهو اما الآلة أو البحارة الذين يقومون بالتجديف فى السفن القديمة ، والذين يتولون مهمة تحريك السفينة ، تبعا للتعليمات التنفيذية التى يصدرها اليهم المنظم . وبناء على قدرة التحكم فى هذا النظام ، يمكن توجيه السفينة لتحقيق الهدف الذى يضعه الربان وهو الوصول الى الميناء المرغوب .

ويلاحظ أن التعليمات التى يصدرها المرشد باستمرار تتوقف على موقع السفينة بالنسبة الى ما حولها، والنقطة التى توجد فيها وقت اصدار التعليمات . وبالتالي فان تعليمات المرشد تتغير باستمرار ، حسب تغيير موقع السفينة . وهذا يؤدى بدوره الى تغيير فى عمليات التنظيم، وبالتالي فى النظام المحرك . كل هذا دون أن يتغير الهدف على الاطلاق .

ونرى أن مثل هذا النظام يتضمن ، بغض النظر عن الهدف المطلوب تحقيقه ، أربع نقط رئيسية ، وهى :

١ - قدرة المرشد على تفهم هدف الربان والمعلومات الأساسية المتاحة له من الرحلات السابقة أى خبرته السابقة .

٢ المعلومات والاشارات التى يعطيها المنظم بناء على عمليات المرشد الى النظام المحرك .

٣ - قدرة الجهاز المحرك على تفهم هذه الاشارات وتنفيذها .

٤ - قدرة المرشد على التفاعل مع التغيرات المستمرة التى تحدث فى موضع السفينة واعادة التخطيط باستمرار .

ولما كان أى نظام من النظم السيبرنية لا يخرج عن هذا المثال فقد قسمت السيبرنية الى أربع نظريات أساسية هى :

١ - نظرية المعلومات والاشارات ، وتتضمن نظريات نقل المعلومات زمانيا أو مكانيا ، ووضع شفرة خاصة بها حسب نوعيتها .

٢ - نظرية تفهم المعلومات والاشارات .

٣ - نظرية تنظيم المعلومات .

٤ - نظرية التفاعل مع النظم الأخرى ، أو الرد على الاشارات ، أو نظرية ردود الأفعال . والتى تعتمد على المعلومات المتاحة فى وقت ما ، والمعلومات الأخرى والخبرات السابقة ( الذاكرة ) .

وترتبط السيبرنية بكل مظاهر النشاط الانسانى الحية وغير الحية . ويقسمها العالم الألمانى فرانك H. Frank

أستاذ السيبرنية فى برلين الى ثلاثة أقسام حسب الموضوع  
فى الشكل رقم (٢) :

١ - السيبرنية العامة General Cybernetics

٢ - السيبرنية المرتبطة بالعلوم المختلفة  
Regional Cybernetics of :

( أ ) العلوم البيولوجية Biology

(ب) العلوم الانسانية Humanities

(ج) العلوم الهندسية Engeneering

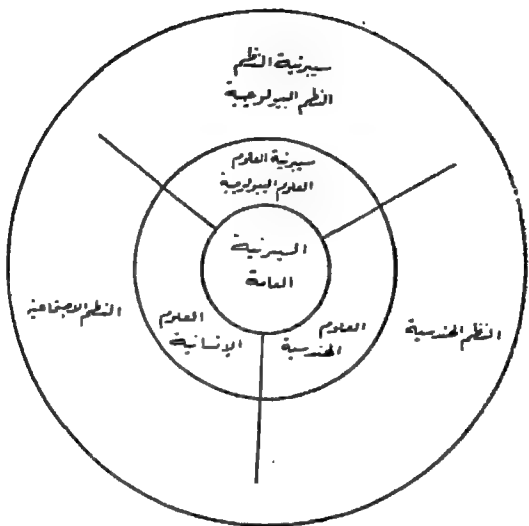
٣ - سيبرنية النظم التكنيكية Technical Cybernetics

( أ ) النظم انبيولوجية Biotechniques

(ب) النظم الاجتماعية Sociotechniques

(ج) النظم الآلية Mechanical Techniques

وقد يبدو لأول وهلة أن هذا التقسيم يضم قسمين  
متشابهين تماما ، وهما القسم الثانى والثالث ، ولكن  
فرانك يوضح أن القسم الثانى من السيبرنية يهتم  
بالدراسات العلمية الخاصة بنظريات السيبرنية فى العلوم  
المختلفة Scientific Disciplines فى حين أن القسم الثالث  
يهتم بالنظم نفسها Technological Disciplines وذلك  
حسب التفسير التالى لكلمة Technik بالألمانية المقابلة لكلمة  
Technic فى الانجليزية ، والتى ترجمت هنا بكلمة نظام





ويقول فرانك « هذا اصطلاح عام يتضمن كل استخدام مخطط للوسائل المتاحة لتحقيق هدف مسبق » .

وهو فى تقسيمه لسيبرنية النظم الى الاقسام الثلاثة التى ذكرناها ، اعتمد على نوعية الوسائل التى تستخدم لتحقيق الهدف ، فالنظم الحيوية تستخدم وسائل مختلفة عن الوسائل التى تستخدمها النظم الاجتماعية أو النظم الآلية .

وقبل أن نبدأ فى شرح النظم السيبرنية المختلفة ، يجب أن نوضح للقارئ بعض الاصطلاحات الخاصة بالنظم السيبرنية العامة ، وكيف تعمل هذه النظم ، وذلك دون التعرض للنظم المختلفة . وأهم ما يجب معرفته :

## ١ - المتتاليات الزمنية : Time Series

المتتاليات الزمنية هو اصطلاح يطلق على أى ظاهرة يرتبط ظهورها بالزمن ، مثل القياس المستمر لدرجات الحرارة بواسطة ترمومتر أو ارسال الموجات الاذاعية وغيرها . وهذه المتتاليات اما أن تكون متتابعة ، أو غير متتابعة ، أى يفصل بين كل منها والأخرى فاصل زمنى ، كما أنها قد تكون بسيطة أو مركبة .

وأجهزة التليفون والمشواف ( التليفزيون ) والرادار عبارة عن أجهزة تستقبل هذه المتتاليات الزمنية التى تنقل ، كل حسب شفرة خاصة بها code . وهذه الأجهزة

٧ تقتصر على استقبال هذه الشفرات ، بل تعداها إعادة الى حفظها ، ونقلها ، واستخدام المعلومات التى تصل فى اتخاذ ردود فعل معينة .

وفى هذا الجزء من النظريات العامة للسيبرية تلعب الرياضيات العليا والميكانيكا الكمية دورا هاما ورئيسيا فى تفسير المعلومات التى تنقل عن طريق المتتاليات الزمنية ، وحجم كل معلومة بذاتها ، وكيفية قياس هذا الحجم ، وبأى طريقة . وغيرها من الاساسيات المختلفة لكل أسلوب وطريقة من طرق نقل المعلومات واستقبالها . وكما فى مثال السفينة والربان نجد أن النظم السيبرية مهما كان نوعها ، ومن بينها تلك التى تتعامل مع المتتاليات الزمنية ، تحتوى على أنظمة استقبال المعلومات القادمة وتفسيرها ، بمعنى أن يكون هذا النظام المستقبل قادرا على حل شفرة ارسالة القادمة . لأن المعلومات تنتقل باستمرار بشفرة خاصة لكل نظام . واذا حدث أى خلل فى تفهم الشفرة ، فان هذا يتبعه خلل فى تفهم الاشارة القادمة ، وبالتالي يؤدى الى عدم امكان تنظيم المعلومات تنظيما سليما . بعد تفهم المعلومات المرسله ، ووضعها فى المكان المناسب ، يتم ربط هذه المعلومات الجديده القادمة بالمعلومات السابقة الموجودة والمخزنة ( الذاكرة ) ، حتى يمكن احداث رد الفعل المناسب بناء على الاشارة المرسله اساسا .

ومما ينبثق من هذا نجد أنه حتى تتم دورة النظم السيبرية يجب أن تتم العمليات الفرعية الآتية : نقل المعلومات ،

واستقبال الاشارات الدالة عليها ، ثم تفسير هذه الاشارات ، واعطاء اشارات أو أوامر معينة نتيجة للمعلومات التي وصلت ( رد فعل ) . وهذا هو ما يطلق عليه أحيانا نظرية الاتصال .

وعلى ذلك يمكن تفسير الاتصال بكل أنواعه ، بأنه نظام من النظم السيبرنية . أو ان السيبرنية تعطى تفسيراً لنظم الاتصال المختلفة .

ويلاحظ أننا كررنا هنا أساسيات النظم السيبرنية مرة أخرى ، وذلك لتوضيح ان المعلومات تنقل على هيئة اشارات بواسطة شجرة خاصة لكل نظام . ورياضياً نجد ان المعلومات يمكن أن تنقل بلا حدود ، أى أن تصل الاشارة الخاصة بكل معلومة الى أجهزة الاستقبال بنفس الصورة التى خرجت بها من جهاز الارسال ، ولكن هذا يتطلب الا تقابل هذه الاشارة أى معوقات خلال طريقها من جهاز الارسال الى جهاز الاستقبال . أو بمعنى آخر ان أى اشارة دالة على أى معلومة يمكن أن تصل كما هى بصورتها الأصلية الى جهاز الاستقبال اذا لم تتعرض لآى تشويش .

ووجود التشويش يحدد مدى انتقال الاشارات ، وبالتالي يؤثر على حجم الاشارة المستقبلة . ولما كانت كل اشارات الاتصال تقريباً تتعرض لتشويشات متعددة أثناء انتقالها ، لذلك نجد ان حجم أى اشارة مستقبلة يتحدد بحجم المعلومة الأصلية ، ومقدار التشويش . وبالتالي يمكن

أن يصل حجم الإشارة الى القيمة : صفر ، أى تنعدم الإشارة كلية ، ولا يمكن استقبال المعلومة ، اذا زاد التشويش عن حد معين . وهذه الظاهرة نلاحظها جميعا فى أجهزة الراديو والمشوف عندما يتعذر استقبال الموجات الصوتية أو الضوئية لوجود تشويش طبيعى أو متعمد .

كذلك بالنسبة الى التشويش الذى يحدث أحيانا لأجهزة الرادار ، والذى يكون عادة متعمدا يقلل من قدرة هذه الأجهزة على استقبال الاشارات الدالة على تحركات انطيران المعادى ، وبالتالي يمكن لطيران العدو أن يمر فوق مراكز المراقبة المجهزة بالرادار دون أن تتمكن الأجهزة من رصد هذه التحركات .

## ٢ - نظم التلقين المرتد Feed Back Mechanisms

نظم التلقين المرتد هى نظم تعتمد فى أساسها على النظريات السيبرنية ، وهى نظم تتحكم فى نفسها بنفسها ، أى يقوم النظام نفسه بوظيفة المرشد فى حالة السفينة التى ذكرناها سابقا ، ويعدل من الأوامر الصادرة للمحافظة على العمل فى موقف يسمح بتنفيذ الهدف الموضوع . ويمكن أن تعرف هذه النظم بأنها نظم تسيير فى اتجاهين ، وإذا زاد الفعل فى أحد الاتجاهين ، فإن هذه الزيادة نفسها تعمل على التحكم فى هذا الفعل ، وإبطائه ، وإذا قل الفعل عن حد معين فإن ذلك سيؤدى تلقائيا الى اسرعه للوصول به الى المستوى المحدد سابقا . وداخل جسم الانسان يوجد

تثير من العمليات الحيوية ، التى يتم التحكم فيها عن طريق التلقين المرتد مثل ضبط درجة حرارة الجسم - ضبط الدم - نسبة السكر فى الدم وغيرها . وتتميز هذه النظم التى يتم التحكم فيها داخليا ، بأن التغيرات التى تحدث فيها تكون بطيئة ، وقليلة بالنسبة للنظم الأخرى .

وبنفس الطريقة تعمل بعض الأجهزة الآلية ، مثل أجهزة فتح واغلاق الاشارات لقطارات السكك الحديدية ، وأجهزة تنظيم درجات الحرارة عن طريق الترموستات ، كما يحدث فى تنظيم التدفئة المركزية فى المنازل أو فى الأجهزة الحرارية المختلفة مثل الثلاجات والأفران ، التى تتحكم درجة الحرارة فيها فى تشغيل أو تعطيل الجهاز . فإذا ارتفعت درجة الحرارة عن حد معين محدد سابقا ، فإن الموتور يقف فى حالة الفرن ويعمل فى حالة الثلاجة ، والعكس عندما تنخفض درجة الحرارة . ودقة تشغيل الجهاز تعتمد فى مثل هذه الحالات على دقة تصميم الترموستات ، ومدى حساسيته . وهناك ولا شك أمثلة عديدة أخرى أكثر تعقيدا من أجهزة ضبط الحرارة . وسنتعرض لعدد من هذه الأمثلة فى شرحنا للنظم السيبرنية المختلفة فى الفصول القادمة .



## الفصل الثاني

### السيرنية والبيولوجيا





## تكوين البروتينات فى الخلية

يتم فى خلايا أى كائن حى العديد من التفاعلات الكيميائية فى وقت واحد وباستمرار ، وهذه التفاعلات هى التى تعمل على أن تظل هذه الخلايا حية ، أو بمعنى آخر أن الخلية الحية تصل الى حالة الموت عندما تتوقف هذه التفاعلات . ونحن نحاول أن نفسر معنى الموت بالنسبة للخلية والكائن ككل ، الا أنه من وجهة نظر الكيميائيين الحيويين ، الذين يعتبرون أن الحياة هى عبارة عن تدفق العديد من التفاعلات الكيميائية المرتبطة بعضها ببعض ، يمكن أن توجد أنسجة ميتة داخل كائن حى ، مثل ورقة النبات التى تجرح ، ولكنها تظل مرتبطة بالنبات ككل فانها تذبل وتموت ، رغم أن النبات ككل ما زال حيا . وهذا يحدث أيضا لأنسجة الكائنات الحية الأخرى . وفى نفس الوقت فإنه عند موت أى حيوان أو انسان فإن خلاياه تبعا للمفهوم السابق تبقى حية مدة طويلة بعد حدوث الموت الاكلىنيكى .

والمعروف أن كل تفاعل كيميائي يصل الى حالة توازن بين المواد الداخلة في التفاعل والناجمة عنه ، ويقف التفاعل عند الوصول الى هذه الحالة . وحالة التوازن هذه لا تحدث داخل الخلية الحية . لأن كل التفاعلات التي تحدث فيها مرتبطة بعضها ببعض ، ويتم باستمرار حدوث تفاعلات جديدة بين المواد الناتجة من تفاعل معين ، أو تطرد هذه المواد خارج الجسم ، وهكذا . والوصول الى حالة التوازن هذه لا يحدث الا في حالات وجود خلل في العمليات الفسيولوجية المختلفة . والموت يحدث خلافاً في كل العمليات الفسيولوجية ، أو قد يكون هو نفسه نتيجة لخلل في بعض هذه العمليات ، وبالتالي تحدث حالة التوازن في هذه التفاعلات الكيميائية ، ويقف سير العمليات الحيوية ثم تموت الخلايا .

وجميع هذه التفاعلات الكيميائية ، التي تحدث داخل الخلية ، تحتاج الى عوامل مساعدة لاتمامها تسمى الانزيمات Enzymes ، وبدونها لا تتم هذه التفاعلات ، وعلى ذلك فان وجود هذه الانزيمات حيوى وهام لسير هذه التفاعلات، التي هي صورة الحياة ، وبالتالي فان ما يطلق على الانزيمات من انها مفاتيح الحياة لا يطلق جزافاً . وهذه الانزيمات عموماً متخصصة تخصصاً شديداً ، أى أن كل تفاعل يحدث له انزيم خاص به يساعد على حدوثه ، وقد وجد أن الخلية الحية يحدث بها ما يزيد عن ١٠٠٠ تفاعل ، وبها حوالى هذا العدد من الانزيمات . وهذه الانزيمات تتكون أساساً

من مواد بروتينية أو ( زلالية ) Proteins . وهذه البروتينات ليست جزيئات صغيرة ، وإنما هي عبارة عن سلسلة طويلة من أجزاء أصغر تسمى الأحماض الأمينية Amino Acids . ونظام تكوين هذه الانزيمات في الخلية نظام من النظم السيبرنية ، وهو من النظم التي تورث ، أي تنقل اشاراتها من الآباء الى الأبناء . وهذا النظام حساس جدا ، وحدث أى خلل فى نقل اشاراته (تشويش) يؤدي الى اعطاء اشارة خاطئة ، وتكوين بروتين غير البروتين المطلوب تكوينه ، وبالتالي المساعدة على احداث تفاعل غير مطلوب ، أو ابطاء التفاعل المطلوب ، مما يحدث خللا فى العمليات الفسيولوجية للخلية .

وسنحاول فيما يلى أن نشرح كيف تتم دورة هذا النظام فى الخلية الحية بعد تزاوج خلايا الذكر والأنثى . تبدأ الخلية الجديدة فى الانقسام ، لتعطى العديد من الخلايا التى تكون جسم الكائن الحى فيما بعد ، ويتبع كل انقسام للخلايا مرحلة تنمو فيها الخلايا الجديدة ، وتؤدي وظائفها الفسيولوجية ، ثم تصل الى مرحلة الانقسام وهكذا . وداخل كل خلية يوجد نظامها الخاص بتكوين البروتينات اللازمة لأداء العمليات الفسيولوجية المختلفة ، وبالتالي فى النهاية اعطاء الخلية ، والكائن الحى ككل ، شكلا ظاهريا معيناً ليؤدي وظائف معينة . وكل هذه العمليات تتم كما ذكرنا وفقا لمبادئ النظم السيبرنية السابق ذكرها كما يلى:

**الهدف :** موضوع مسبقا وهو تكوين بروتينات خاصة بهذا الجنس .

**المُرشد :** الجينات وهى عبارة عن الاجسام الحاملة للصفات الوراثية ، التى هى بدورها اشارات تكوين البروتينات المختلفة ، التى تساعد على احداث تفاعلات معينة فى الخلية ، تؤدى الى ظهور الصفات المطلوبة . والمُرشد يخزن المعلومات على صورة شفرة مكونة من أربعة أحرف وهى عبارة عن أربع مواد كيميائية ( قواعد ) تتكرر باستمرار وبواسطتها يتم التحكم فى تركيب البروتينات المختلفة . وهذه الجينات تتكون من مادة تسمى الحامض النووى د.ن.أ

**المنظم :** المُرشد ( د.ن.أ ) يعطى تعليماته الى المنظم عن طريق نقل الاشارات الموجودة فى التركيب الكيميائى الى حامض آخر يتركب ايضا من أربعة مواد كيميائية (قواعد) بنفس طريقة الحامض د.ن.أ أو يسمى الحامض النووى د.ن.أ وهذا الحامض يتولى نقل الرسالة من المُرشد الى النظام المحرك ( نظام تكوين البروتينات ) ، أو مصنع تكوين البروتينات ، وهى الأجزاء التى تسمى باسم الريبوسومات داخل الخلية Ribosomes ولذلك يسمى هذا النوع من ر.ن.أ بحامل الرسالة ( الرسول )

**النظام المحرك :** النظام المحرك فى جهاز تكوين البروتينات

هو الريبوسومات ، وتصل الرسالة على شكل (ر.ن.أ) فتقوم الريبوسومات بفهم ما تحويه من اشارات بواسطة تحرك الريبوسومات المستمر على الحامض ر.ن.أ . ويتكون في الريبوسوم ما يسمى بالحامض النووي ر.ن.أ الريبوسومي .

وهو الذي يتولى بعد ذلك عملية تنفيذ تكوين البروتين . وحول المصانع ( الريبوسومات ) توجد مواد كيميائية متعددة تسمى الأحماض الأمينية ، وهي المواد التي تتكون منها البروتينات المختلفة في سلاسل متعددة الطول كما سبق ذكره . ولما كان تركيب الريبوسوم ، والحامض ر.ن.أ . الرسول ليس بينهما وبين تركيب الأحماض الأمينية المختلفة أى ارتباط ، كان من الضروري أن يوجد عامل مساعد ليسهل على الريبوسوم التعرف على الحامض الأميني المطلوب وربطه بالسلسلة التي ستعطي البروتين في النهاية . وهذا العامل المساعد عبارة عن نوع من الحامض النووي ر.ن.أ يسمى الحامض ر.ن.أ الذائب soluble R.N.A. أو الناقل Transfer R.N.A. وكل حامض أميني له حامض نووي ر.ن.أ . ناقل خاص يرتبط به ، ويقف حول الريبوسوم في انتظار أن يرتبط بالسلسلة البروتينية الجارية تكوينها . وتتم العملية عن طريق حدوث ارتباط بين الحامض ر.ن.أ . الرسول وبين الحامض ر.ن.أ . الناقل ،

الذى يحمل الحامض الأمينى المطلوب ، ويتم هذا الارتباط فى ثلاث مناطق تقابل ثلاث قواعد متتالية من المكونة لكل منهما . ولذلك يقال أن شفرة البروتينات تتكون كلماتها من ثلاثة حروف .

وأمكن التوصل الى هذه النتيجة بعملية حسابية بسيطة ، وهى : لما كان د ن ١٠ ٠ و ر ن ١٠ ٠ يتكون من تكرار ٤ مواد فقط فمعنى هذا أن اللغة بها ٤ حروف ، فإذا كانت الكلمات مكونة من حرف واحد لكان لدينا ٤ كلمات فقط ، وإذا كانت مكونة من حرفين كان لدينا ست عشرة ، وإذا كانت مكونة من ثلاثة كان لدينا ٦٤ كلمة ، وإذا كانت كل كلمة مكونة من أربعة حروف أصبح لدينا ٢٥٦ كلمة . ولما كان المطلوب هو ٢٠ كلمة على الأقل كان احتمال تكوين كل كلمة من ثلاثة حروف هو الاحتمال الأرجح . حيث أن الاحتمال الباقى وهو ٢٥٦ كلمة أكبر بكثير من المطلوب . و أمكن اثبات صحة هذه الفروض عمليا .

وبهذه الطريقة أمكن حل شفرة تكوين البروتين ، وثبت أنها تتكون فعلا من ثلاثة حروف وأن هناك بالتالى ٦٤ كلمة . ووجد أيضا أن كثيرا من الكلمات تعطى نفس الإشارة ، وأن هناك فعلا عددا للإشارات يساوى عدد الأحماض الأمينية التى تكون البروتين بالضبط ، وأن تكوين الحامض الرسول وتتابع مكوناته الأربعة عليه هو الذى يحدد تتابع الأحماض الأمينية والسلسلة البروتينية، وبالتالى شكل وحجم البروتين المتكون . وهكذا تنتج البروتينات المطلوبة وتقوم الخلية بأداء الوظائف الحيوية الطبيعية

المطلوبة منها ، كما هو الحال فى الخلايا التى نشأت منها  
الخلية الجديدة ، وهكذا .

ومما لا شك فيه أن يتبادر الى ذهن القارئ السؤال :  
وكيف يتم التحكم فى هذا النظام ؟ أم أن البروتينات تظل  
تتكون بدون توقف ؟

فى الحقيقة أن البروتينات التى تتكون تقوم كما ذكرنا  
بالمساعدة على احداث تفاعلات متعددة فى الخلية ، أى تحويل  
مواد الى أخرى داخل الخلية . وكثير من المواد المتكونة  
( التى تكونها هذه البروتينات ) تعمل على التحكم فى  
تكوين البروتينات نفسها . ومن بين بعض هذه المواد  
الهرمونات . وسنذكر أيضا كيف تعمل الهرمونات تبعا  
للأسس السيبرنية على التحكم فى التفاعلات الحيوية  
المختلفة .

### الاحماض الأمينية المكونة للبروتينات

١ - جليسين	١١ - حامض الأسبارتيك
٢ - ألانين	١٢ - ميثونين
٣ - فالين	١٣ - تربتوفان
٤ - لويسين	١٤ - ثيروزين
٥ - أيزولويسين	١٥ - أسبراجين
٦ - فينيل ألانين	١٦ - جلوتامين
٧ - برولين	١٧ - ليسين
٨ - سيرين	١٨ - أرجنين
٩ - ثريونين	١٩ - هستدين
١٠ - سستئين	٢٠ - حامض الجلوتاميك

### نتائج الخلل فى نظام تكوين البروتينات :

ان أى خلل فى نظام تكوين البروتينات فى الخلية يؤدى الى تكوين بروتينات مختلفة عن تلك المفروض تكوينها ، أو يمنع تكوينها على الإطلاق ، وبالتالي يؤدى الى حدوث ارتباك فى بعض التفاعلات الحيوية داخل جسم الكائن ، التى قد يكون لها بعض المظاهر المرضية . وبعض التغيرات التى تحدث تكون متصلة فى النظام ، أى تحدث نتيجة التأثير على مراكز تخزين الاشارات نفسها . وهى الجينات أو الأحماض د . ن . ا . ، وبالتالي فان هذه التغيرات تنتقل من الآباء الى الأبناء وتكون وراثية . وأحيانا تكون التغيرات فى أى مرحلة من المراحل الأخرى التالية ، وعلى ذلك فلا يلزم أن تكون وراثية . . . بل قد تظهر نتائج هذه التغيرات فى الكائن الذى حدث التغير به ، فقط ، حيث يكون الاختلاف ليس فى الاشارة نفسها وانما فى تفسيرها ، أو فى نظام نقل الاشارات ، أو فى نظام تجميع الأحماض الأمينية .

ومن الأمراض الشائعة التى تظهر نتيجة تغيرات فى نظام تكوين البروتينات فى جسم الانسان المرض الذى شوهد فى عام ١٩٣٠ ، حيث لوحظ أن كثيرا من المرضى المصابين بأمراض عصبية مثل البله ، يفرزون مع البول كميات كبيرة من احد الأحماض ، التى لا تفرز عادة بهذه الكميات فى بول الأشخاص الأصحاء . وسمى هذا المرض باسم فينيل كيتونوريا Phenylketonuria ولوحظ



أيضا أن هذا المرض يصيب عددا كبيرا من أفراد نفس العائلة ، وبالتالي أمكن استنتاج أنه مرض وراثي .

وباستمرار البحث وجد أن هذا المرض يظهر بين الأخوة والأخوات أكثر من ظهوره بين الآباء ، كما أنه يظهر لدى الأبناء عند زواج الأقارب . ودلت كل هذه الظواهر على أنه خلل في أحد العوامل الوراثية (الجينات) المفردة ، وبالتالي فإن احتمالات وجود الخلل وظهور المرض عند الزواج تنحصر فيما يلي :

١ - خلية متشابهة الوراثة تسود بها الحالة الطبيعية .

٢ - خلية مختلفة الوراثة وهي أيضا تكون طبيعية .

٣ - خلية متشابهة الوراثة تحمل المرض .

واحتمال ظهور الحالة المرضية يكون أكثر ما يمكن في أطفال تزواج الأقارب . وبعد معرفة هذا السبب استلزم العلاج أن تحدد التفاعلات التي تتأثر نتيجة حدوث هذا الخلل . ووجد أن المصابين بهذا المرض لا يمكنهم تحويل أحد الأحماض الأمينية ( مكونات البروتين أو الزلال ) المسمى فينيل ألانين إلى الحامض الآخر المسمى تيروسين . ويتحول عندهم الفينيل ألانين إلى مادة أخرى تفرز في البول ، وهي التي استرعت انتباه الباحثين في أو الأمر . وتعود أهمية هذا التفاعل إلى أننا في غذائنا العادي نتناول موادا زلالية عديدة مثل البيض واللحم

والجبن وغيرها ، تحتوى على هذا الحامض الأمينى ، ويجب تحويله الى مواد أخرى ليتمكن الاستفادة منه كاملا .

ولكن ما علاقة هذا بظهور الأعراض العصبية ؟

إذا عدنا قليلا الى الوراء سنجد أننا تعلمنا أن هناك مجموعتين من الأحماض الامينية التى يحتاجها الانسان .

١ - مجموعة الأحماض الأمينية الضرورية التى يجب أن يحصل عليها الانسان من خارج جسمه ولا يستطيع تكوينها .

٢ - مجموعة الأحماض الأمينية غير الضرورية التى يستطيع الانسان أن يكونها داخل جسمه من أحماض أمينية أخرى ، ، أو من مواد أخرى .

ويقع ضمن المجموعة الأولى الحامض الأمينى فينيل الآنين ، وضمن الثانية الحامض الأمينى تيروسين . الذى اعتبر غير ضرورى ، لأنه يتكون فى جسم الانسان الطبيعى ( بواسطة انزيم ) من الحامض الضرورى فينيل الآنين . ولما كان الغذاء العادى يحتوى على الحامضين معا ، فان نقص تحويل الفينيل الآنين الى تيروسين لا يشكل فى حد ذاته مشكلة كبيرة لأن الجسم يحصل فى هذه الحالة على التيروسين عن طريق الغذاء . ولكن الفينيل الآنين يتحول داخل الجسم فى الحالة المرضية ، الى مادة أخرى غير التيروسين تسبب أضرارا للخلايا العصبية ، وتراكم هذه المادة هو المسئول عن الأعراض العصبية . هذه المادة

تفرز في البول عند تراكمها في الجسم بكميات كبيرة وتعطى  
الدليل على وجود الحلل .

وبناء على كل هذه المعلومات أمكن اقتراح وسيلة  
لعلاج المرضى المصابين بهذا المرض عن طريق تحديد كمية  
الفيனால் ألانين في الطعام ، بحيث تكفى احتياجات الجسم  
منه لتكوين البروتين فقط ، وبالتالي يمنع وجود فائض  
منه ، يتحول الى المادة الضارة بالأعصاب والمسببة  
للمرض .

ولكن ليست كل الأمراض الناشئة عن خلل في  
تكوين البروتينات ، يكون سببها خللا في عامل وراثي  
( جين ) واحد ، وبالتالي في تفاعل كيميائي واحد ...  
بل ان العادة أن يكون الحلل في أكثر من موقع .

### **السرطان كأحد أمراض الحلل في نظام تكوين البروتينات:**

السرطان يعتبر أحد الأمراض التي حار الإنسان  
طويلا في تحديد السبب الرئيسي لها . ويعتبر  
السرطان مرض العصر ، ورغم ازدياد عدد المصابين به عاما  
بعد عام في جميع أنحاء العالم ، ورغم الاعتمادات التي  
ترصد لمحاولة الوصول الى أسبابه ، واتخاذ ما يلزم  
لعلاجه ، وتطوير وسائل العلاج بصورة تعطى للمصابين  
أملا أكبر في الشفاء ... رغم كل هذه الجهود نجد أن  
الآراء كانت حتى عهد قريب مختلفة حول الأسباب الرئيسية

لهذا المرض . وبالتالي فما دامت الأسباب غير متفق عليها فان ازلتها أو محاولة علاج ما تسببه من ظواهر يكون امرا غير متفق عليه أيضا .

واذا نظرنا الى طبيعة المرض نجد انه تضخمات غير طبيعية Malignant tumours ، أو نموات شاذة لا تؤدي وظيفة فسيولوجية محددة . وبتوالى الدراسات حول طبيعة وفسيولوجية هذه النموات ، وجد انها تتميز عن باقى الخلايا العادية المماثلة بأنها تنقسم وتتكاثر بسرعة أكبر . ويتبع ذلك أن تتم عمليات تحويل الطاقة بسرعة كبيرة ، وأن يرتفع معدل التنفس .

وحار العلماء طويلا فى ايجاد تفسير لهذه الظواهر ، وامكن نتيجة الدراسات المضنية تحديد بعض العوامل التى تسبب ظهور أورام سرطانية ، مثل بعض المواد الكيماوية ، والفيروسات ، والاشعاعات ، وغيرها . وشاهدنا فى السنوات الأخيرة معارك علمية عديدة بين العلماء ، فالقائلون بأن السرطان سببه مواد كيميائية يساءون حينما يجدون اثباتا لامكانية حدوث السرطان نتيجة الاصابة بالفيروسات وهكذا بالنسبة لمؤيدى نظرية الفيروسات ، وغيرها من المسببات الأخرى . وهنا يظهر البحر المتلاطم من المعلومات الذى عايشته مشكلة تفهم أسباب السرطان أعواما طويلة دون رابط بينها ، ودون أن يحاول العاملون فى هذا المجال الافتراض بصحة آراء المعارضين ، ومحاولة ايجاد نظرية تجمع بين كل هذه الآراء .

الا انه فى السنوات الأخيرة بعد تجميع المعلومات حول طبيعة الفيروسات ، وحول الطريقة التى يتم بواسطتها التحكم فى النشاط الحيوى للخلية الحية ، أمكن ربط كل العوامل السابقة فى نظرية أساسية واحدة ، ترجع كل مظاهر السرطان الى خلل فى نظام نقل المعلومات فى الخلية الحية ، مهما تنوعت أسباب حدوث هذا الخلل . ولما كان السرطان فى معظم الحالات غير وراثى فإن التغيير ولا شك يجب أن يحدث فى مرحلة بعد مرحلة الجينات . ويعزو بوريك وسرينفاسان E. Borek and P.R. Srinivasan هذا الخلل الى ارتباط بعض مكونات ال . د . ن . أ . فى الخلايا المصابة بمواد خارجية ناتجة عن فعل المؤثرات المختلفة (فيروسات - اشعاعات - مواد كيميائية - وغيرها) . وبرغم أن أى خلل يحدث على مستوى د . ن . أ . يكون أكثر فعالية من الخلل الذى قد يحدث فى أى مرحلة من المراحل الأخرى لنظام تكوين البروتينات والتحكم فى نشاط الخلية ، فإن هذا لا يمنع من أن بعض أنواع السرطان قد يكون سببها حدوث خلل فى مراحل أخرى غير د . ن . أ .

وهذه النظرية على علاقتها ، ورغمما عن أنها ما زالت لا تعطى تفسيرات كاملة لكل الخطوات التى تحدث أثناء تحول خلية عادية الى خلية سرطانية ، لا شك تعطى تفسيراً عاماً لكيفية ظهور السرطان ، ولا تكفى بذكر العوامل المؤدية الى ظهوره مثل النظريات السابقة . وهى فى نفس

الوقت تعطى تفسيراً لتأثير كل العوامل التى تسبب  
السرطان .

وهكذا ساعدت الأسس السيبرنية على الوصول الى  
نظرية أساسية لتفسير كيف يظهر السرطان ، واستطاع  
هذا التفسير أن يقدم الدليل على صحة العديد من الآراء  
المتعارضة السابقة ، وادخالها تحت هذا التفسير الجامع .

### النظم السيبرنية التى تعتمد على فعل الهرمونات :

لعل أوضح الأمثلة على فعل الهرمونات ، وكيف  
تؤثر على الكائن الحى ، ما نراه فى الجهاز التناسلى للأنثى ،  
حيث تتحكم الهرمونات فى جميع مراحلها واحدة بعد  
الأخرى . ويلاحظ أن التغيرات الوظيفية فى الجهاز التناسلى  
للأنثى تتبع باستمرار دورة ثابتة لا تتغير تتحكم فيها  
الهرمونات .

عند ظهور الحيض تطرد البويضة المخصبة مع  
الأنسجة المخاطية للرحم ، وتبدأ الدورة الجديدة تحت تأثير  
الهرمونات التى تفرزها غدة الجسم السفلى Hypophysis  
التي تفرز هرمون تنشيط الجراب ( Follicel ) والمسمى  
جوناڊ وتروبين وبعد ذلك يفرز هرمون تنشيط الخلايا  
الحلالية .

والهرمون الأول (جوناڊ وتروبين ) يؤدى الى نضوج  
الجراب ثم يؤدى هرمون تنشيط الخلايا الحلالية الى أن

يقوم الجراب بافراز الهرمون المسمى الجراب ( الاسترون )  
الذى ينشط عملية تكوين البويضات • ويلاحظ أن جميع  
الهرمونات التى تفرزها غدة الجسم السفلى تتحكم فى  
العمليات التى تتم فى المبيض •

أما العمليات التى تتم فى الرحم فتتحكم فيها  
الهرمونات التى تفرز من الغدة التناسلية ( المبيض ) •  
وهرمون الأسترون يؤثر على غدة الجسم السفلى ، ويقلل  
افراز هرمون جوناى وتروبين وبالتالى يرفع نسبة هرمون  
تنشيط الخلايا الحلاية ، الذى يؤدى وجوده بنسبة عالية  
الى تشجيع تكوين هرمون الاسترون ، كما سبق •  
والاسترون أيضا بجانب ذلك يعمل على افراز الهرمون  
البروجسترون الذى يؤدى تهيئة الغشاء المخاطى للرحم  
لاستقبال البويضة المخصبة • وتستمر هذه الحالة طوال  
استمرار افراز البروجسترون •

واذا لم تلحق البويضة فان الجسم الأصفر ينكمش  
نتيجة لقله افراز هرمونات غدة الجسم السفلى ، ويقل  
انتاج البروجسترون ، ولا يمكن أن يحتفظ الرحم بالغشاء  
المخاطى الذى يطرد خارج الجسم •

وهكذا نرى أن نظام الدورة يعتمد أساسا على تنشيط  
المبيض عن طريق غدة الجسم السفلى ، والتأثير العكسى  
لهرمونات المبيض على هذه الغدة • واذا حدث انخساب  
للبويضة فان الجسم الأصفر ينمو ويؤدى الى زيادة انتاج





البروجسترون ، ويمنع طرد الأغشية المخاطية ، وتقطع الدورة .

وحبوب منع الحمل تعمل على التدخل فى هذه الدورة ، لاحداث حالة حمل غير حقيقى ، عن طريق رفع تركيز أحد الهرمونات . وكان الاهتمام فى أول الأمر مركزا على البروجسترون ، الذى يؤدى الى رفع تركيزه فى الجسم الى منع تكوين بويضة جديدة ، حيث أن الجسم يكون فى حالة حمل كاذب . وفعلا أمكن بهذه الطريقة التوصل الى حبوب منع الحمل التى تحتوى بروجسترون أو مواد مشابهة له .

وتناول حبوب منع الحمل فى حد ذاته ، وبالتالى رفع تركيز بعض الهرمونات فى الجسم ، اذا نظرنا اليه نظرة سيبرنية ليس الا عبارة عن اشارة غير حقيقية للنظام الموجود داخل الجسم ، تؤدى الى ايقاف مراحل معينة من السلسلة التنظيمية التى تهيمن عليها الهرمونات .

### التحكم فى تركيز السكر فى الدم :

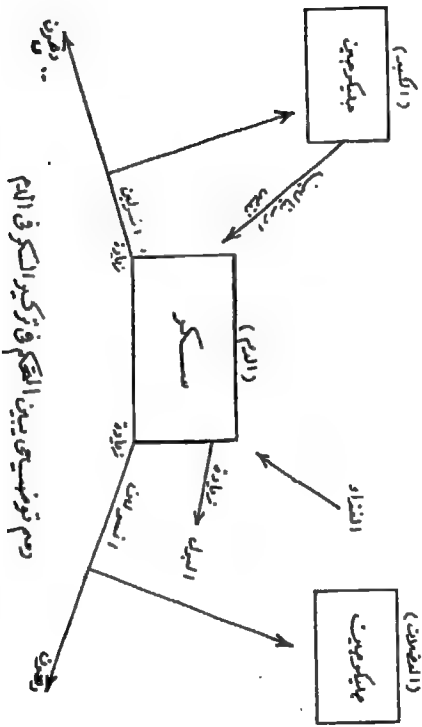
الدم يحتوى على حوالى ١٪ ، ( ١٠٠مجم / ١٠٠سم<sup>٣</sup> من الدم ) سكر جلوكوز ، ويحتوى الجسم على أنظمة تعمل على الحفاظ على هذه النسبة باستمرار حيث أن تناول السكر لا يتم بنفس الدقة المطلوبة لتوزيعه ، لضمان قيام أجزاء الجسم المختلفة بعملياتها الحيوية على الوجه الأكمل . وتقوم الهرمونات المختلفة ، كما فى الشكل ، بالتحكم فى

العمليات الحيوية المؤدية الى رفع أو خفض نسبة السكر في الدم حسب حاجة الجسم ، فاذا قلت نسبته تنشط عمليات تحويل السكريات المخزنة ( جليكوجين ) في الكبد الى سكر جلوكوز ، واذا ازدادت نسبته ، فان هذه العمليات يقل نشاطها ويزداد نشاط تحويل سكر الدم الى سكر مخزن وهكذا .

وكما نرى من الرسم فان الانسولين يعمل على تقليل نسبة السكر في الدم وعن طريق تحويله الى الأنسجة الأخرى لتستفيد منه ، وتقوم باستخدامه في العمليات الحيوية المختلفة ، وتوجد هرمونات أخرى مثل الأدرينالين والجلوكاكوزون تعمل على رفع نسبة السكر في الدم عن طريق تحليل السكريات المخزنة في الكبد وتحويلها الى جلوكوز يصب في الدم .

ومرضى السكر ( ارتفاع نسبة السكر في الدم ) يكونون عادة مصابين بنقص في نشاط أو إنتاج الأنسولين أو العكس ، اذ قد يكون نشاط الهرمونات الأخرى التي ترفع من نسبة السكر في الدم عاليا بدرجة لا يستطيع معها الأنسولين المفرز طبيعيا تحويل السكر الزائد في الدم الى سكريات مخزنة .

ويؤدي هذا الحلل الى تغير في النظام بأكمله والى ظهور تفاعلات جانبية لاتحدث في الحالات الطبيعية ، مثلما شاهدنا في حالة الفيناييل كيتونوريا التي سبق ذكرها .



ولا يفوتنا في هذا المجال أن نذكر أن النظرية الحديثة لتفسير فعل الهرمونات تربط بينها وبين فعل الجينات بطرق مباشرة ، وغير مباشرة . وتعتبر أن عددا كبيرا من الهرمونات تعتمد في اظهار تأثيرها على وجود هذه العلاقة بينها وبين الجينات وبالتالي في نظم تكوين البروتينات في الخلية الحية .

وقد يأتي قريبا الوقت الذي يمكن الربط فيه بين كل النظم السيبرنية في الكائن الحي ككل ، كما حدث بالنسبة الى عمليات التمثيل الغذائي للمواد الغذائية المختلفة ، داخل جسم الكائن الحي ، حيث ترتبط كل التفاعلات ، سواء تفاعلات الهدم أو تفاعلات البناء ، ومهما كانت طبيعة المواد التي تهدم أو تبني - كل هذه التفاعلات ترتبط في نظام واحد ، يتبع في كثير من أجزائه النظرية السيبرنية الخاصة بالتلقيم المرتد وبالتالي يتم التحكم فيه ذاتيا .

ومما سبق نجد أن السيبرنية هي أحد الدعامات الرئيسية للعمليات الحيوية داخل جسم الكائن الحي . وليس تكوين البروتينات ، أو حفظ تركيز السكر ، فقط هي التي أظهرت لنا قوانين السيبرنية ، بل أن الجسم كله نظام سيبرنى متكامل ، فمثلا ضبط درجة حرارة الجسم ونظام الدورة الدموية وغيرها ، كلها أنظمة سيبرنية في جسم الانسان . ومن أهم النظم السيبرنية الحية التي نالت اهتمام الكثير من العلماء ، والتي أدت في أول الأمر الى

تفهم النظم السيبرنية البيولوجية ، هو المخ والجهاز العصبى  
فى الانسان والحيوان .

### الجهاز العصبى :

الجهاز العصبى يعتبر الجهاز الحيوى الكلاسيكى ،  
الذى درست بواسطته نظريات السيبرنية . ولن نحاول  
أن ندخل فى تفاصيل نقل الاشارات وحدث رد الفعل فى  
الجهاز العصبى ، الا أنه باختصار تتم الدورة كما يلى :  
تحدث الاشارة ( الفعل ) ، تستقبلها الأعصاب ، وتوصلها  
الى المراكز العليا فى المخ ثم تفسرها ، ثم تنقل أوامر معينة  
الى أعضاء الحركة لاحداث ردود فعل معينة . وتعتبر  
دراسات بافلوف من أهم الدراسات لتفسير مفهوم رد  
الفعل . وكان بافلوف يجرى تجارب على الحيوانات أكثر  
من الانسان . وقد اهتم أساسا بدراسة التأثيرات الظاهرية  
أكثر من الحالات العقلية الداخلية . وقد لاحظ على الكلاب  
أنها اذا نظرت الى الطعام ، فان ذلك يؤدى الى زيادة افراز  
اللعاب والعصير المعدى . وعندما يتوالى ظهور أى منظور  
مع الطعام باستمرار ، ولا يظهر الا فى وجود الطعام ، فان  
ظهور هذا المنظور بعد ذلك بدون طعام يؤدى الى نفس  
الأعراض التى تحصل عند ظهوره مع الطعام .

والمعروف أن اللعاب والعصير المعدى يتدفقان مع  
الطعام ، لحماية الحيوان أساسا منا قد يصاحب البلع من  
الآلام التى يمكن أن تحدث ، لو كان الخلق والمعدة جافين .

وسهولة بلع الطعام دون آلام تعطى للحيوان متعة عند الأكل مما يجعله يشتهي الطعام . أما اذا لم يتدفق اللعاب فان الأكل يكون مصحوبا بالآلام ، مما يجعل الحيوان لا يرغب فيه ، وبناء عليه فان بافلوف يقرر أن رد الفعل يصاحبه انفعال معين يتأرجح بين الاشتهاء والآلم . ويلعب الجهاز العصبي دورا هاما فى احداث ردود الفعل هذه . وانفعالات رد الفعل والاشتهاء أو الآلم تكون من أقوى ما يمكن فى العمليات التى تلعب دورا هاما فى تكاثر النوع أو بقاء الذات . وتكون مؤلمة فى الحالات التى تضر بتكاثر النوع . ولن نحاول أن نطيل فى شرح أساسيات عمل الجهاز العصبي حتى لا ندخل فى تفاصيل متعددة تبعد بنا عن الهدف الأساسى لهذا الكتاب . الا أننا نحب ان نشير الى كتابين يتناولان هذه النقطة بدقة واسهاب وهما المرجعان رقم ١ ، ٧ ، والمذكوران فى قائمة المراجع بآخر الكتاب . ويتعرض الجهاز العصبي لحالات تشويش ، مثله مثل أى النظم السيبرنية الأخرى ، وينشأ عن ذلك حالات مرضية نذكر منها المثاليين الآتيين :

المثال الأول مريض لا يشكو من أى نوع من أنواع الشلل ، ولكنه عندما يتحرك يركز بصره على قدميه ، ويبدأ الحركة برفع القدم ، ثم يلقيها بقوة على الأرض . ويلقى بكل قدم بعد الأخرى الى الامام . وهذا المريض اذا عصبت عيناه فانه لا يستطيع الحركة على الاطلاق . وفى الحالة الأخرى يكون المريض غير قادر على الإمساك بسيجارة عندما

تقدم اليه ، ويقبض بدلا منها على الهواء بجوارها . أما اذا أعطى كوب ماء فى يده لتناوله فانه لا يستطيع اىصال الكوب الى الفم .

وكلا المريضين لا يستطيع التحكم فى حركته ، فالمريض الأول يعانى من مرض فى أعصاب العمود الفقرى، التى تخرج من النخاع الشوكى ، نتيجة لاصابته بواحد من الأمراض التى تؤدى الى تلف هذه الأعصاب . وهذه الحالة تعنى أن الجهاز العصبى لا يستقبل الاشارات التى ترسل من أعضاء الحركة ، والتى يقوم هذا الجهاز ، بناء عليها ، بالتحكم فى الحركة الصحيحة ، ولذلك فان المريض يعتمد أساسا على عينيه فى تحديد مواقع قدميه . اما المريض الثانى فهو يعانى من ضعف فى قدرة المخيخ على نقل الاشارات .

من هذا نرى أن أى رد فعل لا يعتمد فقط على وجود مؤثر يعمل بصورة جيدة ، وانما يجب أن تصل هذه المؤثرات الى الجهاز العصبى ، وان تفسر وتربط بالمعلومات الأخرى القادمة من مراكز الحس الأخرى ، حتى يمكن أن يحدث رد الفعل السليم للمؤثر . وقد استفاد المهندسون كثيرا من دراسات الجهاز العصبى وطريقة نقله للمعلومات فى تصميم الآلات الحاسبة . وسنشرح ذلك فيما بعد .

### السيبرنوتية والعلاج النفسى :

هناك عديد من الحالات غير السابقة يصاب فيها

الانسان بأعراض مرضية نتيجة خلل فى الجهاز العصبى .  
وخطر حدوث هذا الخلل موجود باستمرار . ولكن كيف  
يمكن العمل على منع حدوث هذه الحالات ؟ ان المخ بصفته  
المهيمن على النشاط العصبى ، هو الذى يقوم بإيجاد نظام  
لمنع حدوث الأخطاء ، لاستمرار النشاط الانسانى فى طريقه  
السليم . ولكننا نعلم أن لكل فعل أكثر من رد فعل ،  
فكيف يختار المخ رد الفعل المناسب ، وإذا حدث خطأ فكيف  
يكشف المخ هذه الأخطاء لو نظرنا الى أى عملية حسابية  
لها أكثر من احتمال لوجدنا ان أبسط طريقة لاكتشاف  
الخطأ هى المراجعة الجزئية لكل عملية ، ثم إعادة الحساب  
من النقطة التى ظهر بها الخطأ . ولكن هذه الطريقة  
لا يعتقد أنها تتم فى المخ . وتلعب النظم السيبرية  
الهندسية دورا هاما فى تفسير هذه النقطة فى عمل  
المخ .

ان الطريقة الرباضية الأفضل لمنع الأخطاء ، والتى  
تتبع أو تطبق فعلا ، هى أن تمر العملية الواحدة فى أكثر  
من نظام لحسابها ، وفى نفس الوقت تطابق النتائج  
الوسطية الناتجة من كل نظام باستمرار . ووجود ثلاث  
نظم يؤدى الى ضبط النتائج بصورة كافية واكتشاف أى  
خلل بالآلة ، حيث أن تطابق أى نظامين دليل مؤكد على  
صحة النتيجة التى توصل اليها . كذلك يجب مراعاة أن  
يعطى النظام الثالث ، الذى ظهر به الخلل ، إشارة عن  
مكان الخلل ، ليتم اصلاحه وذلك دون أن يتوقف النظامان  
الآخران .



ولا يستبعد بعض العلماء أن الجهاز العصبي كنظام سيبرنى يعمل بنفس الطريقة ومؤكدا لنظرية لويس كارول القائلة : « ما أقوله لك ثلاث مرات هو الحقيقة » .

ومن أهم أساسيات السيبرنية ، أنها لا يمكن أن تفسر بأى نظريات مادية ، وعلى ذلك فهي تقدم تفسيراً للعديد من الأمراض النفسية ، التى حار كثير من الأطباء الماديين فى إيجاد تفسير لها .

ففى جين نجد بعض الأمراض العضوية المادية ، مثل اصابات المنخ والسرطان أو الجلطة أو غيرها، يمكن أن تؤدى الى تغييرات نفسية ، وأن بعض الأمراض النفسية والعصبية تكون راجعة أساسا الى اصابات مادية ، مثل الاجهاد العام ، أو الأمراض التى تؤدى الى خلل فى الوظائف الفسيولوجية العامة ، رغم هذا نجد من الصعب على الأطباء الماديين أن يحددوا سببا ماديا ملموسا لبعض الحالات الأخرى مثل الشيزوفرنيا ( انقسام الشخصية ) أو حالات الاكتئاب العام . هذه الحالات يفسرها فينر فى كتابه عن السيبرنية بقوله :

« هذه المضايقات نطلق عليها مضايقات وظيفية ، وهذه التفرقة بين الظواهر المختلفة تبدو فى تناقض مع بديهيات النظريات المادية الحديثة ، التى تعزو كل التغيرات الوظيفية الى تغييرات فسيولوجية أو تشريحية فى العضو الذى تظهر فيه » .

ومن الطبيعي أن مثل هذا النظام ( المخ ) الذى يعتمد على ما يسمى بالنيورونات Neurons لنقل المعلومات لا يمكن أن يصل الى مرحلة جمود ، وعلى هذا فإنه يتميز بحركة مستمرة ( مثل باقى النظم الحية الأخرى ) . لذلك فإن الذاكرة فى حالتها الطبيعية تستقبل باستمرار معلومات جديدة ، وتمحى منها معلومات قديمة وهكذا ، أما اذا تجمعت المعلومات بدون أن تمحى بعض المعلومات القديمة من الذاكرة ، مقابل المعلومات الجديدة ، فإنها تسبب حالة مرضية، كذلك يؤدي عدم تنشيط النيورونات أو عدم قدرتها الكاملة على نقل المعلومات الى حالات مرضية .

وفى حالات تجمع النيورونات ( المعلومات ) يجب إيجاد وسيلة فعالة لمنع هذا التجمع ، ولا توجد طريقة لفقد أو محو المعلومات كلية من المخ ( الذاكرة ) سوى الموت . وهذا طبعا حل غير مقبول . ويعتبر النوم أقرب الحالات الطبيعية ، وغير المرضية الى حالة فقدان المعلومات ( الذاكرة ) . وهنا يذكرنا فينر بالحالات الكثيرة التى ينصح فيها بالنوم ، للتغلب على الحالات المرضية ، وكلما كان النوم عميقا ، كان أثره أقوى . والحالة المناقضة الأخرى هى استعمال مبضع الجراح للتأثير على مراكز معينة فى المخ . ويعتقد فينر أنه اذا اعتبرنا أن جراحات المخ ، التى يقوم فيها الجراح بقطع أجزاء من المخ حتى

يتخلص المريض من آلامه ، وسيلة للعلاج ، فإن الموت أيضا يمكن اعتباره وسيلة مماثلة للتخلص من الآلام ، حيث أن هذه الجراحات لا تساعد المريض على حل المشاكـل والتخلص من الآلام ، ولكنها تفقده جزءا من القدرة على الاحتفاظ بـاذاكرات ومنها المتاعب . وفعل الأدوية المهدئة أو الصدمات الكهربائية أو صدمات الأدوية وغيرها هو نفس فعل انجراحة ، وكلها لا تؤثر تأثيرا متخصصا على ذاكرة المدى الطويل . ولذلك يلجأ الى علم النفس والعلاج النفسى للسيطرة على هذه الحالات .

ومهما كان تفسيرنا لعلم النفس . فإن الأساس الواضح الذى ينبع منه العلاج النفسى ، هو أن الذاكرة تحتوى عادة على الكثير من المعلومات ، التى لا نستطيع لنسبب أو آخر اظهارها عن طريق الكلام . والعلاج النفسى يعمل أساسا على اظهار هذه المعلومات وتفسيرها ، ويساعد المريض على تفهم هذه الأفكار النابعة من المعلومات المخبأة فى ذاكرته ( العقل الباطن ) ومحاولة السيطرة عليها .

ولكن كيف يمكن أن تحدث مثل هذه الحالات المرضية للانسان ؟

ان نظام الأعصاب فى الانسان يمكن تمثيله بشبكة خطوط التليفونات ، التى ينتظر منها فى حالتها العادية عند ادارة قرص التليفون برقم معين أن يرد المشترك المطلوب . وكلما قلت احتمالات الدقة فى النظام ، أدى

ذلك الى اخطاء في الاستجابة للرقم المطلوب . ومن المعروف  
انه كلما زادت شبكة التليفونات كانت أخطاءها أكثر .  
ويعمل مهندسو التليفونات على ألا تزيد الشبكة بأى حال  
من الأحوال ، عن الحد الذى يسمح بنسبة معقولة من  
الأخطاء فقط .

والجهاز العصبى للانسان معقد جدا ، والفصل  
ضعيف بين الأداء السليم والوصول به الى مرحلة الارهاق،  
التي تؤدي الى حدوث خلل فى استقبال الاشارات وإرسال  
ردود الأفعال . والحالات المرضية فى الجهاز العصبى يمكن  
أن تحدث عندما يكون حجم الاشارات المستقبلية كبيرا جدا  
نتيجة تعطيل فى وسائل الاستقبال ، أو نتيجة شغل هذه  
الوسائل بإشارات غير مرغوبة ، مثل التفكير المستمر  
المتزايد فى أشياء معينة بالذات . وفى جميع هذه الحالات  
يصل الانسان الى المرحلة التى تكون فيها أجهزة استقباله  
مشغولة لدرجة أنها تصبح غير قادرة على استقبال الاشارات  
اليومية العادية . وفى هذه الحالة يصاب الشخص بحالات  
الانهيار العصبى ، التى قد تصل به الى الجنون أحيانا .

ولا يقتصر وجود النظم السيبرنية على الانسان  
والحيوانات العليا ، بل ان كثيرا من الحشرات ، والنباتات  
أيضا كما يعتقد بعض العلماء ، تحتوى على نظم سيبرنية  
لتنظيم عمليات معينة فى الكائن الحى . ومن النظم  
السيبرنية البدائية فى مملكة الحشرات نظام العمل داخل  
خلايا النحل والنمل ، والشفرة التى تنقل بها حشرات

النحل المعلومات من حشرة الى أخرى ( لغة النحل ) فقد وجد ان النحل يعتمد فى نقل اشاراته على الحركة (الرقص) وعلى الصوت الناشئ من الحركة فى نفس الوقت . أى أن النحل يستطيع التجاوب مع الأصوات ، وبالتالي يعطى ردود فعل معينة للأصوات التى يمكنه تمييزها عند سماعها .

ويتعرض الأطباء الى مشاكل متعددة أثناء اجراء العمليات الجراحية المختلفة ، التى تنشأ عن ضرورة إيقاف أحد أو بعض النظم السيبرنية أثناء اجراء الجراحة المطلوبة . وقد أدى هذا الى ضرورة الاستعانة بالمهندسين لتصميم آلات تؤدي عمل هذه النظم أثناء إيقاف النظام الطبيعى . ومن هذه الأجهزة القلب الصناعى وأجهزة التحكم فى التنفس وغيرها . وتدخل الدراسات التى أدت الى تصميم وانتاج هذه الأجهزة تحت قسم Biotechnics السابق ذكره وهو استخدام النظريات السيبرنية لتصميم أنظمة تؤدي وظائف حيوية ، فى حين أن الأجهزة الأخرى التى تقوم باجراء التحليلات المختلفة أو غيرها لا تدخل ضمن هذا الفرع من السيبرنية .



## الفصل الثالث

### السيبرنية والعلوم الإنسانية





العلوم الانسانية مرتبطة بوجود الانسان . وبالتالي بوجود المجتمعات المختلفة التى يكونها هذا الانسان . ولو نظرنا الى الكون ككل لوجدنا أن احدى السمات المميزة للطبيعة ، سواء الحية أو غير الحية ، أن معظم النظم الموجودة فى هذا الكون ، ان لم يكن كلها على الاطلاق ، تتكون من وحدات أصغر ، وأن كل وحدة من هذه الوحدات ، فى حد ذاتها ، تكون نظاما أو مجتمعا صغيرا ، يتكون من وحدات أخرى وهكذا .

فلو نظرنا الى أى جسم مادى غير حى ، لوجدنا أنه يتكون من جزيئات ، وأن الجزيئات تتكون من ذرات ، التى تتكون بدورها من وحدات أصغر . ونجد أيضا أن هناك باستمرار علاقة معينة تربط بين التركيبات المختلفة ، سواء كانت على مستوى مكونات الذرة ، أو الذرة نفسها أو الجزيء الذى يتكون من عدة ذرات . وحتى داخل هذه النظم غير الحية ، توجد طرق مختلفة يمكن بواسطتها للذرات المختلفة ، أن تتعرف على الذرات الأخرى ، التى يمكن أن

ترتبط بها لتكون جزيئات مادة معينة ذات شكل معين .

وإذا انتقلنا الى الكائنات الحية نجد أن الفيلسوف لايبنتز Leibniz اعتبر الكائن الحي ككل عبارة من كائن بداخله كائنات حية أصغر . وأن تجمع هذه الكائنات الحية هو الذى يشكل الكائن الفرد . ويعتبر العالم فينر مؤسس علم انسيبرنية أن رأى لايبنتز هذا ليس الا تفسيراً فلسفياً لنظرية الخلية ، التى نعرفها الآن ، التى لم تعرف الا بعد عصر لايبنتز بسنوات طويلة .

وكما نعرف الآن فان الكائن الحي ، سواء الانسان أو الحيوان أو النبات ، يتكون من خلايا متعددة ، تقوم كل مجموعة منها بأداء عمل معين داخل اطار الكائن العام . وترتبط هذه الكائنات ( الخلايا ) بنظم للاتصال وتبادل المعلومات خاصة بها ، على مستوى الخلية وعلى مستوى الكائن ككل . وقد ذكرنا بعض هذه النظم فى فصل السبيرنية والبيولوجيا .

وتكن الكائن الحي لا يعيش وحيدا ، بل ان الأفراد المتعددة من النوع الواحد تتجمع باستمرار ، وتكون نظماً أكبر أو مجموعات ، تكون الوحدة فيها هى الكائن الواحد المتكامل . . وعندما يتجمع هذا النظام ويكبر حتى يعطى ما يسمى بالمجتمع ، أو الجماعة، فانه يتطور بنفس الصورة التى تطورت بها الوحدة المكونة له . ففي الانسان ينشأ الكائن الحي من خلية واحدة تقوم بجميع الوظائف الحيوية

المطلوبة ، ثم تكبر وتنقسم، وتتكون الخلايا الأخرى ويتوزع العمل بينها . وفي الجماعة أيضا ، عندما تكون صغيرة يكون تقسيم العمل بسيطا ، ثم يزداد بازدياد حجم الجماعة، ثم تنقسم الجماعة الكبيرة (المجتمع - الدولة) الى جماعات صغيرة ، تقوم كل منها بأداء عمل معين ، حسب احتياجات التنظيم الكبير ( المجتمع ) .

والعلاقة بين أفراد النظم المختلفة تختلف تبعا لِنوعية النظام ، والعلاقة بين الخلايا فى جسم أى كائن حى وبعضها مختلفة تماما عن العلاقة بين الأفراد المختلفين فى المجتمع الانسانى ، أو فى مجتمع الحيوانات الراقية أو الحشرات الاجتماعية مثل النحل . آذ نجد أن كل فرد من أفراد هذه انجماعات (الانسان - الحيوان - الحشرات) يتمتع بنظام حى وعصبى خاص به وغير مرتبط بالجماعة ، وتربط أفراد الجماعة علاقات زمانية ومكانية ، دون أن يوجد بينهم علاقات سيكولوجية مستمرة .

ولما كانت الخلايا والانسان والحيوان وغيرها من الكائنات الراقية الموجودة فى جماعات ، توجد لاداء وظائف معينة داخل كل نظام ، فلا بد من وجود أجهزة تنظيمية طبيعية تربط بين الوحدات المختلفة . وقد رأينا فى الأجزاء السابقة ، كيف ترتبط الخلايا ، وتنظم تبادل المعلومات داخل أجزائها المختلفة ، وبين بعضها وبعض ككل ، وكيف تربط النظم السيبرنية المختلفة أنشطة الكائن الحى كفرد .

أما بالنسبة للجماعات ، التى تتكون من كائنات حية متعددة ، فقد كان عليها أن توجد وسائل لتبادل المعلومات بين أفراد كل من هذه الجماعات . ونجد أن هذه الوسائل تأخذ صور الروائح عند بعض الحشرات والحيوانات . وتأخذ وسيلة الاتصال بين أفراد الجماعات الانسانية صورة أخرى ، وهى ما نعرفه باسم اللغة . وتختلف اللغات تبعا للمكان ، والزمان ، وأفراد الجماعة الذين استخدموها كوسيلة للاتصال وتبادل المعلومات . وصورة الاتصال بين أفراد الجماعة الواحدة عبارة عن نظام من الأنظم السيبرنية ، يخضع للنظريات السابق ذكرها ، واللغة هى الشفرة التى تستخدم لنقل المعلومات ويمكن تفسير ذلك كما يلي :

- ١ - شخص يريد الحصول على شئ معين ( الهدف )
- ٢ - يرتب ما يريد على صورة كلمات تبعا لأصول وقواعد اللغة ( التخطيط )
- ثم يتحدث مع أفراد آخرين تبعا للتخطيط المذكور ( ارسال الإشارة )
- ٣ - الأفراد يتولون استقبال الإشارة ( الكلمات ) وفهم المطلوب منها ( التنظيم )
- ٤ - الأفراد يقومون بإحداث رد الفعل المطلوب تبعا للإشارة المرسله .
- وبناء على رد الفعل يقرر الشخص ما اذا كان رد الفعل

هذا كافيا من وجهة نظره لتحقيق الهدف المطلوب ، أو يستدعى تحقيق الهدف خطوات أخرى ، أى ارسال اشارات أخرى لتقريب الوصول الى الهدف . وهذا هو ما يسمى بالتجاوب مع النظم الأخرى ، أو ما يظهر فى مثال الربان الذى ذكرناه فى أول الكتاب تحت مدلول موقع السفينة بالنسبة الى ما حولها . هذا هو ما يحدد نوعية الدورة التالية من النظام .

واللغة فى هذه الحالة عبارة عن شفرة معينة اتفق عليها وعلى مدلولاتها ليتم نقل المعلومات بواسطتها ، ورغم أن اللغة وسيلة هامة من وسائل الاتصال بين أفراد الجماعات المختلفة بعضهم وبعض ، فانها فى نظر كثير من باحثى السيبرنية ليست شرطا أساسيا لانتقال المعلومات بين أفراد الجماعات ، اذ يمكن حتى بدون وجود اللغة أن يتم الاتصال بين الأفراد . ولكن نجاح هذا الاتصال واستمراره ، يتوقف على كل من الطرفين المرسل والمستقبل ، وقدرتهما على اختيار الاشارات والانتباه أثناء استقبالها ، والمقدرة على تفسير مدلول كل من هذه الاشارات . وإذا استمر ارسال نفس الاشارة لنفس المدلول الحسى ، فانه سيمكن لكل من الطرفين فهم اشارات الطرف الثانى . دون علم مسبق بها . ويقصد هنا بالعلم المسبق المعرفة السابقة قبل تبادلها هذه الاشارات . ولا يستلزم بالطبع أن تكون هذه الاشارة صوتية ( لغة ) ، بل يمكن أن تكون اشارات من اليدين أو الأرجل أو اشارات بالرأس . ولن نحاول هنا

أن ندخل فى تفاصيل علم اللغة ، الا أنه بتطور المجتمعات استخدمت الأصوات ، كإشارات للدلالة على معلومات معينة، وتطورت هذه الأصوات لتعطى مدلولات ثابتة ، وبذلك نشأت اللغات المختلفة .

ومن هذا نرى أن اللغة فى أساسها صوتية أى أن الكلمة أو الإشارة المسموعة هى أصل اللغة ، ثم بعد معرفة الكتابة استخدمت الكتابة للدلالة على مدلول صوتى خاص، وفى ذلك يذكر محمود حجازى فى كتابه علم اللغة :

« فالكتابة قديما وحديثا بديل للصورة المنطوقة للغة، وتتفاوت قيمة دقة هذا البديل من كتابة لأخرى ، والأساس دائما هو النطق . وما الكتابة الا محاولة للرمز الى النطق، تتفاوت درجة نجاحها فى أنظمة الكتابة المختلفة » .

وأصبحت اللغة المسموعة أو المكتوبة مصدرا هاما من مصادر الحصول على المعلومات ، وتنظيم العلاقات بين أفراد المجتمع . وكلما ارتفع المستوى الحضارى لمجتمع ما، ازدادت أهمية اللغة للربط بين أفراده .

ونظرا لتباعد المجتمعات الانسانية بعضها عن بعض فى أول الأمر ، نشأت أصوات مختلفة للتعبير عن نفس المدلول الحسى لدى الجماعات المختلفة . وبالتالي نشأت اللغات المختلفة واللهجات المتعددة للغة الواحدة . وكتبت هذه اللغات أيضا بصور مختلفة . ولما ازداد الاتصال بين الجماعات المختلفة ، التى تكون دولا أو مجتمعات قائمة

بذاتها ، لكن منها أنظمتة الخاصة لتبادل المعلومات، نشأت الحاجة الى ايجاد وسيلة لتبادل المعلومات بين الجماعات المختلفة ، سواء عن طريق الصوت أو الكتابة . ولما كانت كل اللغات هدفها اعطاء مدلول معين للأشياء فانه يمكن الربط بينها عن طريق تجميع كل الاشارات في اللغات المختلفة التي تعبر عن مدلول حسي واحد . واذا استطاع شخص أن يعرف الاشارات الخاصة للمدلولات الحسية المختلفة المستخدمة في مجتمعات مختلفة ، فانه يستطيع أن يتبادل المعلومات مع أفراد كل هذه المجتمعات بسهولة ويسر . ومن هنا نشأت الترجمة . وكما نرى فان عملية نقل المعلومات عن طريق اللغة ، وترجمة اللغات تتبع الأسس العامة للنظم السيبرنية .

وبنطبق النظريات السيبرنية المختلفة ، وبالذات أساسيات نظريات نقل المعلومات ، ونظرية الشفرة على علوم اللغة تم التوصل الى عديد من العلاقات ، التي أمكن التعبير عنها رياضيا . وقام الباحثون في مجالات السيبرنية واللغات بالاستعانة بالرياضيات البسيطة والعليا لاستخراج قوانين ثابتة عامة للغات ككل، ولكل لغة على وجه التحديد . ودون أن ندخل في أى تفاصيل رياضية ، سنذكر على سبيل المثال بعض العلاقات اللغوية التي يمكن التعبير عنها بالمعادلات الرياضية .

١٠٠ - العلاقة بين حروف اللغة وعدد الكلمات الممكن تكوينها من هذه اللغة .

٢ - العلاقة بين حجم الكلمة ومدى استخدامها في النصوص المختلفة .

٣ - التوزيع المثالي للكلمات المختلفة ، والعلاقة بينها وبين مدى استخدامها في النص .

ويلاحظ أن هذه العلاقات الرياضية لا تفسر ظاهرة معينة كما هو الحال في العلاقات الرياضية في بعض العلوم الطبيعية ، مثل الفيزياء أو الكيمياء ، بل أن العلاقات الرياضية في اللغة ، تعمل على حل بعض المشاكل المتعلقة باللغة ، مثل عمليات تسجيل المعلومات Documentation أو الترجمة وتساعد على استخدام الآلات السيبرنية لهذه الأغراض .

وتقد أثبتت فكرة استخدام الآلات في الترجمة لأول مرة في عام ١٩٣٣ في روسيا بواسطة سميرنوف - ترويانسكى . ولم تبدأ الخطوات الحقيقية لتنفيذ هذه الفكرة إلا بعد الحرب العالمية الثانية . وفي عام ١٩٥٢ اجتمع علماء اللغة وخبراء تصميم الآلات السيبرنية لمناقشة هذه الدراسات وفي عام ١٩٥٤ جربت أول آلة الكترونية للترجمة في جامعة جورج تاون في الولايات المتحدة الأمريكية . وكانت الآلة من طراز أ.ب.م ٧٠١ I.B.M. 701 وذلك للترجمة من الروسية الى الانجليزية . وكانت التجارب الأولية بدائية جدا ، واستخدم فيها ٢٥٠ كلمة فقط ، وبدون أن يوضع في ذاكرة الآلة أى مرادفات للكلمة الواحدة . وتطورت الآلات التي تقوم بترجمة اللغات تطورا



كبيرا فى السنوات التالية • وأصبح فى الامكان أن نحصل على ترجمات عديدة فى مستوى مقبول ، ولكنه غير جيد ، ولا تتبع القواعد اللغوية للغة المترجم اليها بدقة شديدة ، أى أننا لا زلنا بعيدين عن ايجاد الآلة التى تقوم بعمل المترجم البشرى • ومن الصعاب التى تجابه الوصول الى مثل هذا الهدف أن الآلة تختار كلمات من لغة معينة ، بدلا من كلمات من لغة أخرى ، دون أن يكون لها الاحساس الجمالى بالجمانى الموجودة فى الجمل والكلمات التى تتكون منها •

وعمل المترجم يتم على الوجه التالى :

- ١ - قراءة النص اللغوى واختيار أنسب الكلمات فى اللغة المترجم اليها لكل من كلمات النص الأسمى •
- ٢ - دراسة النص الأسمى لغويا وجماليا •
- ٣ - اختيار التكوين المناسب للنص باللغة المترجم اليها ، حسب قواعد هذه اللغة والاستخدامات المختلفة لكلماتها •

وأبسط مرحلة من هذه المراحل هى المرحلة الأولى ، وهى المرحلة التى يمكن أن تتم بواسطة الآلة بسرعة كبيرة ، وبدقة متناهية ، وإذا كان للكلمة أكثر من ترجمة فى اللغة المترجم اليها ، فانه يمكن للآلة أن تعطى كل هذه الكلمات التى لها نفس المعنى •

وتصميم آلات تقوم بجانب اختيار الكلمات المقابلة

لمعنى من المعان ، من لغة الى أخرى ، بدراسة للنص الأصل لغويا وجماليا ، واختيار التكوين اللغوى المناسب فى اللغة المترجم اليها عملية صعبة للغاية . وهكذا لا يتوقع العلماء أن تحل الآلة محل المترجم الماهر ذى الخبرة ، بل ان الآلة يمكن أن تساعد فقط . وذلك فى ترجمة المواضيع القصيرة التى تحتوى على معلومات علمية محددة ، أو ترجمة كلمات أو اعطاء كل الكلمات المترادفة فى لغة ما لكلمة مختارة من لغة أخرى وهكذا . وعلى المترجم ان يختار أفضلها ، وأن يكون النص بالصورة الجمالية المطلوبة . ويقول كرايزمر فى كتابه عن السيبرنية :

« وتصبح ترجمة الآداب الجميلة ليس فقط لاحتياجها لقاموس أغنى جدا ، بل أيضا لأنه فى الانتاج الأدبى كثيرا ما يستخدم كل ما يمكن من التعابير الاديوماتيكية ، أما الصعوبة الأساسية لترجمة المواضيع الأدبية فىى أنه أحيانا يتضح أن الترجمة السليمة شكليا تكون بعيدة جدا . فى معناها وروحها عن الأصل ، لأنه لا يجب على مترجم الانتاج الأدبى أن يعرف جيدا اللغة وحسب ، بل يجب أن يعرف أيضا كيان وحياة وثقافة وعادات الشعب الذى يفهم بالترجمة من لغته . وطبعاً سوف لا نستطيع أن نطلب هذه المطالب من الآلة » .

#### سيكولوجية تفهم المعلومات :

ان عملية اعطاء معلومات معينة للانسان ، واستقبالها وتقييمها والتفاعل معها لاعطاء رد فعل معين ، هى فى حد

ذاتها عملية سيبرنية ، تخضع لقواعد وأساسيات هذا العلم . وهى بجانب كونها عملية فسيولوجية . فهى أيضا تخضع للقواعد السيكلوجية ، ولا يكفى دراسة وتفهم النظريات والقوانين التى تحكم عمل هذا النظام من الناحية الفسيولوجية لمعرفة كيفية عمل هذا النظام فى الانسان ، بل يجب أن تتم الدراسة على أساس سيكولوجى أيضا .

وقد اهتمت السيبرنية بدراسة هذه العملية بالنسبة للفرد والجماعة ، لوضع الأساسيات السيبرنية للأجزاء السيكلوجية من عملية تفهم المعلومات والرد عليها . ونتيجة لاستخدام المفاهيم السيبرنية فى هذه الدراسات ، أمكن التوصل الى ايجاد علاقات رياضية متعددة بين الأجزاء المختلفة لهذا النظام . ولامكانية اعطاء رد الفعل .

ومن الحقائق المعروفة والتى أمكن ايضاها رياضيا ما نلاحظه جميعا من أن الشيء الجديد غير العادى . والنزى يعبر عنه بالتعبيرات السيبرنية بأنه ( غنى بالمعلومات ) يثير دهشتنا ، وبالتالي يكون انطباعتنا عنه أو ما يتركه فى الذهن من معلومات محددة ، أقل بكثير من شيء اعتدناه ( فقير بالمعلومات ) . هذا مع افتراض أن تأثير كل منهما على الشخص يظل لفترة محددة وثابتة فى الحالتين .

وهذا يعنى أنه لو مرت سيارة لم نرها من قبل لفترة محددة أمام أى شخص ، فإن هذا الشخص لن يتذكر الكثير من معالم السيارة ( شكلها - رقم لوحاتها - لونها وما الى

ذلك ) مثلما يتذكر بالنسبة لسيارة أخرى شاهدها أكثر من مرة قبل ذلك ، رغم أن السيارة الأولى تكون من الناحية السيبرنية أغنى بالمعلومات الجديدة من الثانية . كذلك بالنسبة لأي شيء آخر ، فانه كلما اعتدنا الشيء ، أى رأيناه أكثر من مرة ، اذا كان مرثيا ، أو سمناء ، اذا كان مسموعا ، فان قدرتنا على استقبال المعلومات من هذا الشيء ، تكون أكثر رغم أن محتواه من المعلومات الجديدة بالنسبة لنا يكون أقل .

واستخدمت هذه العلاقة فى دراسات نفسية متعددة ، وأمكن بواسطتها التوصل الى أن القدرة على استقبال المعلومات مرتبطة بالذكاء العام للشخص ، ومدى تجاوبه مع العالم الخارجى . وبالتالى مدى قدرته على التعلم والتأثر بما حوله من أحداث ، أو بمدى ما يصل اليه من معلومات من العالم الخارجى ، وأمكن بناء على هذه العلاقات تحديد اختبارات الذكاء والشخصية فى علم النفس بالنسبة للمستويات المختلفة من الأشخاص .

وهذه الدراسات وغيرها مما يرتبط بعملية التجاوب النفسى للأفراد والجماعات مع المؤثرات الخارجية ، أيا كان نوعها ومصدرها ، حظيت باهتمام كثير من علماء الاجتماع وعلم النفس ، وطبقت النظريات والعلاقات السيبرنية التى تم التوصل اليها من هذه الدراسات فى مجالات متعددة ، وساعدت هذه الدراسات فى وضع الأسس السيبرنية لعمليات تعلم الأفراد ، وكذلك محاولة تفهم تأثير

القيم الجمالية المختلفة على الفرد ، مثل الموسيقى والغناء (انصوت) ، والفنون التشكيلية (الصورة) ككونها وسيلة لنقل معلومات معينة لاعطاء تأثير جمالى معين لدى الفرد .

ولكن الفرد فى المجتمع لا يتلقى المعلومات بالصورة العفوية ، التى ذكرناها فى مثال السيارة ، بل ان المعلومات التى يتلقاها أى فرد بهذه الطريقة فى المجتمعات الحديثة .

لا تشكل سوى جزء بسيط مما يتعلمه ، أما الجزء الأكبر من عمليات التعلم فيتم عن طريق التعليم المنظم فى المدرسة .

أو معاهد التعليم المختلفة . ولذلك اهتمت السببرنية كما ذكرنا بهذه الدراسات ، وقد ساعدت الدراسات السببرنية للأسس الفسيولوجية والسيكولوجية لعملية التعليم والتعلم على احداث تغيرات جوهرية فى نظم التعليم الجماعى .

وحتى تتضح لنا الأهمية البالغة لهذه الدراسات . سنستعرض فيما يلى الأنماط الأساسية لعملية التعليم .

### النمط الاول :

وفيه يتم اعطاء الدرس ، أو اعطاء المحاضرة بواسطة المدرس أو المحاضر ، ويقوم القائم بالتدريس باعطاء ما لديه من معلومات ، وعلى متلقى الدرس محاولة تجميع أكبر قدر من المعلومات خلال فترة الدرس . وهنا لا يوجد أى اتصال عكسى بين متلقى الدرس والمحاضر ، يمكن بواسطته للقائم بالتدريس أن يتعرف على مدى استيعاب ما ألقاه من معلومات . ويطلق «فرانك» على هذا النمط ( ونظام

التوجيه ) . وهذا النمط هو السائد في الجامعات والمحاضرات العامة . ونحن نتعرض هنا لأسلوب اعطاء المعلومات ، ولا علاقة لنا في هذه الحالة بما اذا كان يعقب المحاضرة مناقشة ، قد تؤدي الى توضيح بعض البيانات أو المعلومات ، حيث أن انتهاء المحاضرة يعتبر في ذاته انتهاء المرحلة اعطاء المعلومات .

وهناك ثلاثة أنماط أخرى تتميز بأنها كلها تتبع نظام التحكم . وتخضع كلية للنظم السيبرنية ، ويتم التحكم فيها عن طريق التلقين المرتد ، الذي سبق ذكره ، اذ يقوم متلقى الدرس باعطاء المدرس البيانات المطلوبة والمعلومات الكافية ، بأية وسيلة من وسائل الاتصال ، عن مدى استيعابهم لما ألقى عليهم من معلومات . وبناء على هذا التلقين المرتد يتولى المدرس التخطيط للخطوة التالية ، وهي اما الاستمرار في المراحل التالية للدرس ، أو التوقف قليلا عند نقطة معينة ، أو إعادة بعض النقاط السابقة . والأنماط الثلاثة هي :

### النمط الثاني :

وفيه يقوم المدرس باعطاء الدرس لشخص واحد ويتولى عن طريق الأسئلة المستمرة ، والتتبع الشخصي لدى استيعابه ، تحديد الخطوات التالية للتدريس . وهذا النمط يمثل الدروس الخصوصية .

### النمط الثالث :

وفيه يقوم المدرس بالتدريس لأكثر من شخص كما فى حالة المحاضرة السابق ذكرها ، أو كما فى انفصول التعليمية فى المدارس ، اذ يقوم المدرس بالتدريس لفصل كامل . وتكون هناك علاقة عكسية بين المدرس وكل من التلاميذ فى الفصل يقوم خلالها المدرس باعطاء المعلومات . وعن طريق هذه العلاقة العكسية يتم بواسطة التلقين المرتد (الأسئلة وغيرها) تحديد النقاط التالية . وهذا النمط هو السائد فى المدارس حيث يقوم المدرس بالتدريس لفترة معينة . ومن حين لآخر يتتبع مدى استيعاب التلاميذ للمعلومات التى يلقونها عن طريق الأسئلة والاختبارات وغيرها . ولكن كما نعرف كلنا أن هذا النمط يعيبه وجود علاقة عكسية بين التلاميذ وبعضهم . هذه العلاقة وان كانت نظريا ليس لها علاقة بعملية تلقى المعلومات فى حد ذاتها الا أنها موجودة ، ولا يمكن إهمالها . وهذه العلاقة من الناحية السيبرنية هى عبارة عن تشويش، وهذا التشويش يعمل كما ذكرنا على التقليل من حجم المعلومات التى تلقى، ومن كفاءة استقبالها . وكلنا نعلم طبعاً كم يعانى المدرسون من هذا التشويش الذى يحدثه التلاميذ فى الفصول بمناسبة وبدون مناسبة وبقصد أو بدون قصد .

### النمط الرابع :

وهذا النمط مثل النمط السابق تماماً ، وتتم كل العمليات فيه بنفس الأسلوب ، ما عدا أنه يمكن بواسطته

التغلب على التشويش الذى تحدثه العلاقة العكسية بين التلاميذ بعضهم وبعض ، ليس عن طريق الغاء هذه العلاقة ، بل عن طريق ادخالها فى نظام تلقى المعلومات نفسه ، أى تحويل علاقة التشويش بين التلاميذ الى علاقة تسامح فى زيادة المعلومات التى يتلقاها كل منهم . وهناك طرق متعددة لتوضيح كيفية ادخال العلاقة بين متلقى المعلومات داخل النظام التعليمى بدلا من تركها كعامل تشويش .

وأدت هذه الدراسات الى اتباع أساليب التعليم المبرمج ، التى يمكن بواسطتها لكل تلميذ أن يتحقق بنفسه من مدى استيعابه ، ويتوقف عن الدراسة فى المرحلة التى يرى أنه لم يستوعبها أو يعيدها ، وغير ذلك من أساليب التعلم الأخرى مثل التعليم بواسطة الشبكات اللاسلكية ، وعزل التلاميذ عن الاتصال بعضهم ببعض الا عن طريق المدرس ، وهكذا من النظم التى تهدف فى النهاية الى الاستفادة بأكثر ما يمكن من وقت المدرس ، وإعطاء التلاميذ أكبر قدر من المعلومات بأقل مجهود فى أقل وقت . ولاشك أننا جميعا سمعنا وقرأنا عن الآلات التى تحل محل المدرسين فى المدارس ، وهى أيضا عبارة عن نظم سيبرنية تخضع للقواعد المختلفة السابق ذكرها ، والتى أدخل فى الاعتبار عند تصميمها كل العوامل المحتملة المعروفة ، التى تلعب دورا فى عملية التدريس والتعليم . ويرى بعض الباحثين أن هذه الآلات ، والتعليم بالراديو والتليفزيون داخل البيوت والمدارس ، ستلعب دورا هاما فى التعليم فى المستقبل .



ولكن من سيأتى الوقت الذى تحل فيه. هذه الآلات محل  
المدرس ؟ سنذكر فى هذا المجال ترجمة لبعض كلمات  
للبروفسير ب. ف. سكينز الاستاذ بجامعة هارفارد احدى  
اشهر سبع جامعات بالولايات المتحدة ، فى معرض حديثه  
عن طرق التعليم الجديد حتى عام ١٩٨٤ . . .

« وسيكون هناك مدرسون فى عام ١٩٨٤ . الا انهم  
لن يؤدوا الأعمال التى يمكن للآلة أن تؤديها كما يفعلون  
الآن ، ولكنهم بمساعدة الآلات سيستطيعون التدريس  
بكفاءة . ولانه سيكون فى امكانهم اعطاء المجتمع أكثر مما  
يعطوه الآن . فان حالتهم المادية والاجتماعية ستتحسن ،  
وسيحسون بالارتياح لمعرفةهم بأهميتهم كاشخاص » .

وهكذا نرى أن أحد كبار العلماء فى أكبر دولة تصنع  
الآلات السيبرنية فى العالم وتعمل على تطويرها واستخدامها  
فى كل المجالات ، يؤكد ان هذه الآلات لا يمكن أن تحل  
محل المدرس . . أى لا يمكن أن تحل محل العقل والجهد  
البشرى . ولكنها ستوجد فقط لتريحه من عناء بعض  
الاعمال . ليتفرغ الذهن البشرى للمزيد من العطاء الخلاق  
للأجيال القادمة .

ونرى علماء التعليم أن انسان المستقبل سيظل يتعلم  
طوال حياته . ونحن نرى هذه البوادر فى العصر الحديث  
فمن من آبائنا من أجيال العقد السادس ، ومازاد عنه الذين  
يعيشون منا ، تعلم فى المدرسة شيئا عن الطاقة الذرية ،

التي أصبحت تطبيقاتها الآن حولنا باستمرار ٠٠ بل ومن  
منا نحن أجيال العقد الرابع أو حتى جيل العقد الثالث تعلم  
فى المدرسة شيئا عن الأقمار الصناعية ورحلات الفضاء ٠٠  
بل ولماذا نذهب بعيدا ٠٠ ان عديدا من قارئى هذا الكتاب  
ولا شك يجوبون آفاق السبرنية لأول مرة ٠ وقد يكون  
بعضنا درس أجزاء منها فى فروع مختلفة من العلم والمعرفة ٠  
وقليل جدا قد درسها كعلم قائم بذاته ٠ ولكن هذا لم يمنحنا  
جميعا من قراءة هذا الكتاب للتعرف عليها ٠ وهكذا بالنسبة  
الى عديد من المعلومات الجديدة ، لا نلحق بها فى المدرسة  
أو الجامعة ، وعندما نقف فى معترك الحياة العملية ، نجد  
أنفسنا مضطرين للتعامل معها ، دون أن ندرسها الدراسة  
الوافية ٠ ولذلك فإن الانسان العصرى يتميز بأنه يظل طوال  
حياته يتلقى المزيد من المعلومات الجديدة ، ولم تعد واجبات  
المدرسة والجامعة اعطاء المعلومات الجديدة كلها ، بل أصبحت  
هى اعطاء التلميذ والطالب القدرة على تفهم المعلومات ،  
والبحت عنها ، وتعيده على استخدام النماذج المختلفة  
للحصول على المعلومات وتقييمها والاستفادة منها ٠ ان التعلم  
الحقيقى وقدرة الشخص على اثراء معلوماته ، وتزويده نفسه  
بالمعارف فى العصر الحديث تستمر حتى بعد انتهاء مرحلة  
التعليم ، ولا تنتهى عندها كما كان الحال فى الماضى ٠

والانسان فى المجتمع يتلقى المعلومات مهما كانت من  
الأفراد الآخرين الذين يعيشون معه ٠ وكلما كبر المجتمع  
أصبح من الصعب أن يقوم كل شخص بإبلاغ الآخرين

ما يريده . وبالتالي وجدت وسائل الاعلام مثل الصحافة ،  
والراديو ، والسيما ، والمشواف (التلفزيون) ، وإعلانات،  
وغيرها . وأصبحت جزءا لا يتجزأ من المجتمع الحديث ،  
ومصدرا لتزويد الفرد بالمعلومات . وكل منا مهما كان  
مركزه الاجتماعي يتخذ يوميا العديد من القرارات ، التي  
تؤثر في الأشخاص الآخرين بطريق مباشر ، أو غير مباشر،  
مثل شراء سلعة معينة ، أو ركوب وسيلة معينة للمواصلات،  
أو اتخاذ قرار معين في موضوع خاص بالعمل ، أو انتخاب  
أعضاء المجالس النيابية ، أو الشعبية أو غيرها . كل هذه  
الأمور صور مختلفة للقرارات التي يصدرها الفرد في المجتمع  
الكبير ، وتؤثر على الأفراد الآخرين ، أو على المجتمع ككل .  
ولكن هذا الفرد الذي يتخذ القرار يحتاج باستمرار الى  
معلومات لاتخاذ قراراته ، فلا يمكن شراء صنف معين من  
الخبز وتفضيله عن الأصناف الأخرى الا اذا كانت هناك  
معلومات كافية متاحة عن طعمه وسعره ، وطعم وسعر  
الأصناف الأخرى ، ومدى استساغة الآخرين له وهكذا .  
وهذه المعلومات يحصل عليها الفرد ، اما بالتجربة  
الشخصية ، أو عن طريق معرفة تجارب الآخرين ، وأحيانا  
كثيرة عن طريق الاعلانات المختلفة ، اذا كانت هذه السلعة  
ما يعلن عنه بطريق أو آخر .

ويعالج « فوربرت فينر » في كتابه السالف الذكر  
عن السيبرنية في عام ١٩٤٨ مدى أهمية المعلومات المتاحة  
للأفراد في اتخاذ القرارات في الحياة العامة ، وكيفية التحكم

فى هذه المعلومات . ويشرح ذلك بالنسبة للحياة  
 الاقتصادية ذاكرا أن أى مجتمع يقوم على البيع والشراء .  
 ويفترض باستمرار أن كل شخص يريد أن يشتري بأرخص  
 الأسعار ، ويبيع بأعلى الأسعار . ونظرا لأن جميع أفراد  
 المجتمع يعملون لهذا الغرض ، فإن مكسب أى فرد يرجع  
 الى أن الآخرين قد قبلوا الشراء بالسعر الذى اشتروا به ،  
 وإن البائع رضى أن يبيع بهذا السعر ، وبالتالي فإن هذا  
 النظام فى نظر واضعيه يحقق أكبر فاعلية لحفظ الأسعار  
 فى مستوى يرضى عنه البائع والمشتري ، ويكون كل منهما  
 راضيا عن أرباح الآخر ، ولا يعطى فرصة لأحدهما لاستغلال  
 الآخر . ولكن الحقيقة فى رأى «فينر» عكس ذلك تماما ،  
 والسبب هو أن اتخاذ أى قرار فى لعبة معينة ، أو نظام  
 ما ، يعتمد أساسا على البيانات المتوفرة عن كل العوامل  
 التى تؤثر على اتخاذ هذا القرار . وبالتالي فإنه يعتبر لعبة  
 السوق هى لعبة بين أفراد فى منتهى الذكاء ( البائعين )  
 وهم الذين تتوافر لديهم كل المعلومات ، التى تؤثر على  
 اتخاذ القرارات ، وبين أفراد فى منتهى عدم الاكترار  
 ( المستهلكين ) نتيجة لجهلهم ، وعدم توافر أى معلومات  
 لديهم ، عن العوامل التى تؤثر على قراراتهم . وكلما زاد  
 عدد المشتركين فى هذه العمليات قلت القدرة على معرفة  
 اتجاهاتهم العامة ، وبالتالي فإن المشتركين فيها سيحاولون  
 الارتباط فيما بينهم . وهذه الارتباطات قد تكون دقيقة ،  
 بمعنى أنها لا تحمل مفهوما مشتركا واحدا ، ولكنها ارتباط

لفرض مصلحة معينة ، وتنتهى بانتهاء الفرض منها . مثال ذلك جمعيات المستهلكين - نقابات العمال - اتحادات أصحاب الأعمال - وغيرها . وقد ترتبط المصلحة لفترة طويلة فيستمر هذا الارتباط .

وأحيانا نجد أن بعض المشتركين في هذه الارتباطات يخفى بالطبع عن شركائه انسبب الحقيقي لارتباطه بهم ، ومتى يرغب أن ينهى هذه الارتباطات - هذه الصورة هي الصورة السائدة في الاقتصاد أو السياسة أو الدبلوماسية أو الحرب . وعندما يسود مثل هذا النظام فإن « فينر » يرى أن الدمار هو نهاية أحسن وأمسوا مشترك على السواء . وفى رأيه أنه حتى إذا اتفق جميع الأطراف على إنهاء اللعبة ، والعيش فى سلام ، فإن المكسب سيكون من نصيب من يخدع رفاقه ، ويخرج من دائرة اللعب فى الوقت المناسب وبالتالى لا ينطبق عليه القرار الذى اتخذه الآخرون .

### ويقول فينر :

« اننا ندور فى الدوامات الاقتصادية بين الانتعاش والأزمات ، وبين تنافس الديكتاتوريات والثورات ، وبين الحروب التى يخسرها كل الأطراف المحاربة ، والتى أصبحت صورة العصر الذى نعيش فيه » .

والمجتمع فى نظر « فينر » يحتوى باستمرار على فئة من المخادعين ، وهناك أيضا البسطاء من الناس الذين يقعون فى حبالهم . ويستخدم المخادعون طرقا متعددة

لاقناع البسطاء باتخاذ قرارات فى صالحهم هم (المخادعين)  
وليست فى صالح متخذى القرارات (البسطاء) .

ولكن مالذى يدفع هؤلاء البسطاء الى اتخاذ القرارات،  
بمحض ارادتهم ، والتى لا تكون الا فى صالح المخادعين ؟  
السبب الوحيد هو المعلومات ، أو استراتيجية الأكاذيب ،  
أو اثبيانات التى ليس لها نصيب من الصحة . وهذه  
الاستراتيجية تؤدى الى اقناع المستهلك بشراء أنواع معينة  
من البضائع ، قد لا يشتريها ، اذا لم تتوفر هذه المعلومات  
الكاذبة . وتعمل على انتخاب أشخاص معينين فى الانتخابات  
العامة ، قد لا يمكن انتخابهم اذا توفرت للناخب المعلومات  
الصادقة عنهم .

ويذكر فينر

• ان خليطا معينا ، مقدرا بدقة بالغة ، من الدين  
والعلوم الشائعة ، يجعل الجريدة اليومية المصورة سهلة  
التوزيع . وخليطا معينا من القرب والرشوة والضغط ،  
سيجعل الباحث الشاب يعمل فى تطوير الصواريخ أو  
القنبلة الذرية . • ويعتقد فينر ان الاستفتاءات التى  
تجريها الاذاعة أو مراكز الدراسات الاحصائية وغيرها ، هى  
التى تساعد على تحديد مقدار هذا الخليط . كذلك يرى أن  
أهم العوامل التى تلعب دورا هاما فى هذه المجتمعات هو  
الاستحواذ على وسائل الاعلام ، بوصفها أهم وسائل نقل  
المعلومات . وارتباط افراد أى مجتمع كبير يعتمد أساسا

على طرق الاتصال بينهم ، مثل الاذاعة ، والصحف ، والسينما ، والتلفزيون ، والبريد ، والمدارس ، ودور العبادة وغيرها . وكل من هذه الوسائل وظائف أخرى بجانب الوظيفة الاجتماعية الأساسية وهي الربط بين أفراد المجتمع . فالإذاعة والصحف تربح من الاعلانات ، وصاحب دار النشر يريد أن يعيش ويكسب وهكذا . وفي المجتمع الذي يعتمد أساسا على البيع والشراء ، وهي صورة المجتمعات السائدة في العصر الحديث ، نجد أن الوظائف الثانوية لوسائل الاعلام ، أصبحت ذات أهمية من الدرجة الاولى ، وحلت محل وظائفها الأساسية . فوسائل الاعلام التي تعتمد على الاعلانات مرتبطة بسياسة الاعلانات . ومدير الجماعة أو المدرسة ، أو حتى العاملون بدور العبادة ، مرتبطون بمن يدفع . ولديما قالوا « من يدفع يتحكم في اللحن الذي يعزفه العازف » . ونتيجة لذلك فإن وسائل الاعلام في أى مجتمع تتركز في أيدي أصحاب الاموال . اما كأفراد أو كجماعات ، وبالتالي فهي تعبر عن آرائهم فقط .

هكذا يرى « فينر » صورة المجتمعات الحديثة ، ولكنه يعتقد أن هناك ولا شك باستمرار مجموعات متفهمة تماما لهذه اللعبة ، ويرون أنه يجب إيجاد طريق لتغيير هذه النظم ، إلا أنه يشبه هذه الفئة بالفئران التي تخشى القط وتريد تعليق جرس في رقبتة ، ولكنها لا تعرف كيف ، ومن يقوم بهذه المهمة ، رغم اتفاقها تماما على ضرورة تعليق الجرس :

وهذه هي احدى الصور الاجتماعية التى تقوم فيها  
السيبرنية بشرح أساسيات السلوك الاجتماعى للأفراد .  
ومما لا شك فيه أن دراسة أساسيات مثل هذا السلوك  
تؤدى الى معرفة الأسلوب الذى يتم به اتخاذ القرارات ،  
والطريقة التى يحدث بها ذلك ، وكيف يمكن التأثير عليها .  
وهذا كما نرى قد يفيد بالنسبة للفئة التى سماها فينر  
المخادعين ، وهى الفئة التى تحاول اعطاء معلومات معينة  
بغرض التأثير بصورة معينة على توجيه عملية اتخاذ  
انقرارات . ولكن مثل هذه الدراسة تعطى فى نفس الوقت  
منتخنى القرارات ( البسطاء ) الفرصة لأن يتخلصوا ، ولو  
قليلا ، من بساطتهم ، ويحاولوا باستمرار البحث عن حقيقة  
ما يصل اليهم من معلومات ومدى دقتها .

ورغم هذا فانه يجب عدم التفاؤل الشديد بالنسبة  
الى ما يمكن أن تحققه الأساليب العلمية المجردة المستخدمة  
بنجاح فى العلوم الطبيعية ، اذا ما استخدمت فى العلوم  
الانسانية . والسبب فى غاية البساطة ، فالأسلوب العلمى  
المجرد ، كما هو مستخدم فى العلوم الطبيعية ، يعتمد على  
دراسة الظاهرة تحت البحث وهى مفصولة فصلا كاملا عن  
الباحث الذى يدرسها ومنع حدوث أى تفاعل بينهما ، مهما  
كان نوعه . وهذا الفصل وإن كان سهلا فى دراسات العلوم  
الطبيعية إلا أنه صعب جدا فى الدراسات الانسانية .

ان تصرفات الانسان وعلاقته بالمجتمع الذى يعيش  
فيه ، وردود أفعاله ، والقرارات التى يتخذها ، بل النشاط



الانسانى ككل ستظل أبدا كما كانت من الصعب التحكم  
فيها كلية واخضاعها الى معادلات رياضية ، بنفس الصورة  
التي حدثت فى العلوم الطبيعية . ولكن هذه الدراسات  
ولا شك تفيد فى كثير من النواحي ، وتعمل ولا شك اذا  
احسن استخدامها على تحقيق مستقبل افضل للانسان  
وزيادة رفاهيته .



## الفصل الرابع

# السيبرنية والعلوم الهندسية



ان أى تطور علمى تطبيقى فى أى عصر من العصور يخضع أساسا ، وفى المقام الأول ، الى المفاهيم السائدة فى ذلك العصر عن الكون ككل . وهذه المفاهيم ليست الا عبارة عن محصلة للمعارف المتاحة فى العلوم المختلفة ، بما فيها العلوم الانسانية . وهذه المفاهيم هى التى تتحكم بالتالى فى تكنولوجيا العصر .

وَمَا لَا شَكَّ قِيهِ- أَنْ تَفْكِيرَ وَانْتِاجِ أَهْلِ كُلِّ عَصْرِ مِنْ الْعَصُورِ مَرْتَبَطَانِ تَمَامًا . وكذلك تعكس التكنولوجيا صورة تفكير أهل كل عصر . لذا نجد أن مهندسى العصور القديمة كانوا مساحى الأراضى ، وعلماء الفلك ، ومهندسى البحرية . وفى أواخر القرن السابع عشر وأوائل القرن الثامن عشر ، كان مهندسو العصر هم مصمموا الساعات والعدسات . وفى العصر الحالى نجد أن مهندسى الصناعات الالكترونية هم مهندسو العصر .

كذلك يصنع للصناعات المهرة الإلتهم على غرار الصور الطبيعية الموجودة فى أذهانهم لأى نظام طبيعى ، والسائدة

في العصر الذي يعيشون فيه . وتعتبر الساعة صورة لنظام  
 الأجرام السماوية ، التي تدور في مسار معين ، وتكمل  
 دورتها خلال فترة زمنية محددة . وفي مرحلة تالية تم  
 اختراع الآلة البخارية لاكتشاف مجاهل البحار . هذه الآلة  
 تعتبر في نظامها مثيلا لجسم الانسان من حيث كونه جسما  
 مولدا للطاقة . ومنذ ذلك التاريخ حتى الآن بقيت الآلات  
 المحركة محور اهتمام مهندسي العصور المختلفة ، وان كانت  
 صور توليد الطاقة قد اختلفت من عصر الى عصر . والعصر  
 الحديث يعتبر عصر نقل المعلومات والتحكم ، لذا فان  
 تكنولوجياه تختلف عن تكنولوجيا العصور الأخرى .  
 ونتيجة للتطور الكبير في تفهم العمليات البيولوجية ، التي  
 تعمل حسب الأسس السيبرنية ، واكتشاف القوانين التي  
 تحكم هذه النظم ، اخترعت الآلات الحديثة ، التي لا ترتبط  
 بالعالم الخارجى عن طريق الطاقة ، وانما عن طريق استقبال  
 وارسال المعلومات . والأجزاء التي تستقبل المعلومات في  
 الآلات تكون ماثلة لأعضاء الحس في الانسان ، وهي قد  
 تكون مستقبلات الضوء ، أو نظم قياس الحموضة ، أو  
 الترمومترات ، أو نظم قياس الضغط ، أما أجهزة الارسال  
 فهي مواتر كهربائية ، أو مغناطيسية كهربائية أو  
 ميكروفونات أو غيرها . ويقع بين أجهزة الاستقبال وأجهزة  
 الارسال العديد من الوحدات الوسطية ، التي يكون عملها  
 الأساسى هو تحويل الاشارات المستقبلية الى صورة يمكن  
 لأجهزة الارسال أن تعطى عليها اجابة . كذلك يجب مراعاة

أن تكون هذه الآلات قادرة على تخزين المعلومات المرسله اليها ، لاستخدامها في أوقات متغيرة ، وهذا هو ما يقابل الذاكرة عند الانسان . كذلك فان الآلة يجب أن تكون في حالة تسمح لها باحداث تغييرات في نظم عملها ، بناء على المعلومات التي سبق استقبالها في الماضي ، وهذه العملية لا تختلف كثيرا عن التعليم عند الانسان .

والآلات الحاسبة الالكترونية هي أولى الآلات التي صممت للعمل تبعا للنظريات السيبرنتية . والمثال الحي التي اتخذه مصممو هذه الآلات هو الجهاز العصبى في الانسان . واذا نظرنا الى الآلات الحاسبة نجد أنها تقوم بأعمال حسابية مركبة ، ومثلها مثل أى نظام مركب آخر تكون قدرتها على انهاء العمل المنوط بها في فترة معينة ، محدودة بسرعة أبطأ جزء في سلسلة هذا النظام المركب . ونظرا لان الانسان جزء من العمليات السابقة التي تقوم بها الآلة ، لذلك فان قدرة الآلة وسرعتها تتأثران بسرعة وقدرة الانسان ، الذي يدخل في هذه السلسلة . ولما كان الانسان بطبيعته أبطأ من الآلة أيا كانت فقد حرص مصممو الآلات الحاسبة على استبعاد الانسان من العمليات الوسطية ، وتحديد مناطق تدخله في بداية ونهاية العملية الحسابية فقط ، حتى لا يكون عاملا محددا لسرعة الآلة .

وعندما يوجد أكثر من احتمال لأى عملية حسابية ، يجب تزويد الآلة بأجزاء خاصة يكون الغرض منها هو تحديد الاحتمال الواحد الممكن للعملية ، وإلغاء الاحتمالات

الأخرى . وهذه الأجزاء عبارة عن (ريليهات) تختلف في الآلات المختلفة ، فهي إما أن تكون ميكانيكية بحتة ، أو كهربائية أو الكترونية . وفي جميع الحالات تقوم هذه الأجزاء بأغلاق جميع التوصيلات الممكنة الباقية ، عندما تتحدد إحداها على أنها التوصيلة المطلوبة فعلا .

وإذا قارنا هذه العملية بما يحدث في النظم الحية نجد أنه في جسم الإنسان تقوم نيورونات الجهاز العصبي بنفس عمل الريليهات ، وهي تتميز بأنها إما أن تكون عاطلة أى ساكنة أو عاملة بكل كفاءتها ، أى أن مقدار العمل الذى تقوم به لا يتحدد بحجم المؤثر ، ولكنها تحت الظروف الطبيعية تقوم بنفس حجم العمل ، وب نفس الكفاءة مهما اختلف المؤثر ودرجة تأثيره . ويتميز الجهاز العصبي بالقدرة على التذكر ، أى تذكر نتائج العمليات السابقة ، والاستفادة بها فى العمليات التالية . كذلك الآلة يمكن أحيانا أن تتذكر نتائج العمليات السابقة ، وتستفيد بها فى العمليات التالية ، إلا أنه يمكن فى الآلة إلغاء كل ما اكتسبته من معلومات من العمليات السابقة - أى يمكن لها أن « تنسى » كل المعلومات السابق تحصيلها . وهذا فرق هام بين الآلة والجهاز العصبي الذى لا يستطيع فى حالته الطبيعية أن ينسى كل ما تعلمه دفعة واحدة . وخلال مراحل أى عملية حسابية واحدة أى قبل مجزأ بها من معلومات يمكن للآلة أن تتذكر المعلومات السابق الحصول عليها من العمليات السابقة والاستفادة بها فى العمليات التالية .



وهذا تماما ما يشابه عملية التعليم في الإنسان ، أي الاستفادة من المعلومات السابقة -الحصول عليها في اتخاذ قرارات مستقبلية . وإذا اعتبرنا عمر العملية الحسابية الواحدة معادلا لعمر الإنسان ، فإنه يمكن بالتالي حساب رأى فينر أن نعتبر أن الآلة تتعلم وتستفيد من الخبرات السابقة الحصول عليها .

ولكن كيف تقوم الآلات الحاسبة الالكترونية بعملها ؟ ولماذا سميت الالكترونية ؟ سنجيب على السؤال الثاني أولا ، وهو لماذا سميت هذه الآلات بالآلات الالكترونية . في أول الأمر كانت هذه الآلات تسمى الآلات الحاسبة الأوتوماتيكية ، وهي تسمية تعني قيام الآلات بأداء العمليات الحسابية آليا ، أى بدون تدخل الإنسان . ويتقدم العلوم الالكترونية ، وتطبيقات استخدام الالكترونيات في النواحي التكنيكية المختلفة ، وجدت لها احتمالات عديدة للاستخدام في تصنيع هذه الآلات الحاسبة . ووجد أن النظم الالكترونية المشعة يمكن أن تستخدم لحفظ المعلومات في الآلات الحاسبة . ونظرا لتفوق هذه النظم على النظم التي كانت سائدة قبل ذلك ، فإن التطور سار بخطوات سريعة نحو استخدام النظم الالكترونية المشعة . وبذلك سميت هذه الآلات بالآلات الحاسبة الالكترونية . وسنحاول بشئ من الإيجاز والتوضيح شرح طريقة عمل هذه الآلات الحاسبة دون الدخول في أية تفاصيل رياضية . حتى يمكن أن نتبع عمل الآلات الحاسبة الالكترونية ،

يجب أن نسترجع أساسيات أى نظام من النظم السيبرنية .  
تلك الأساسيات التى سبق أن ذكرناها فى أول الكتاب ،  
ونحاول أن نطبّق هذه الأساسيات على عملية الحساب ،  
ونرى كيف أمكن إجراء الحسابات آلياً .

ان أى جهاز من الأجهزة التى تعمل تبعاً للأنس  
السيبرنية يجب أن يكون له :

١ - هدف

٢ - تنظيم أو تخطيط أو برنامج لتنفيذ هذا الهدف .

٣ - طريقة لإرسال المعلومات اللازمة من أجهزة  
التخطيط الى أجهزة التنفيذ ( شفرة ) .

٤ - جهاز للتنفيذ .

٥ - وسيلة لحفظ المعلومات ( ذاكرة ) ، يمكن بناء  
عليها أن يقوم جهاز التنظيم بالتجاوب مع العالم الخارجى  
فى سبيل تحقيق الهدف النهائى .

والآلات الحاسبة الآلية تحتوى على كل هذه الأجزاء :

١ - الهدف هو حل مسألة معينة .

٢ - البرنامج يتم وضعه بطريقة معينة بواسطة  
الإنسان .

٣ - لكل جهاز طريقة معينة يتم بواسطتها ترجمة  
البرنامج الى شفرة خاصة يفهمها الجهاز .

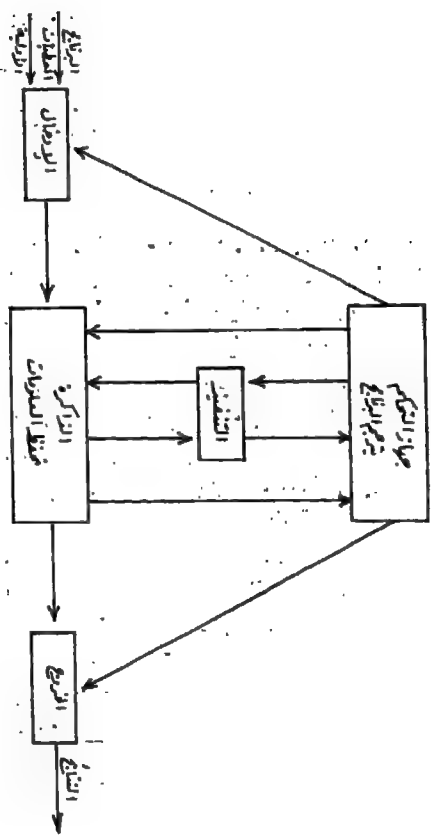
٤ - جهاز التنفيذ موجود داخل الآلة ( الآليات التى  
تقوم بعملية الحساب ) .

٥ - الذاكرة هي المعلومات التي يتم في أول الأمر تغذية الآلة بها ، أو الناتجة عن العمليات الوسطية .

وكما نرى فان أول عملية يجب أن تتم هي تعليم الجهاز كيف يقوم بالعمليات الحسابية المختلفة ، أى ملء ذاكرته . ولذلك سنبدأ شرحنا بهذا الجزء .

### أجهزة الذاكرة ( حفظ المعلومات ) :

تقوم هذه الأجهزة بالاحتفاظ بالبرامج الثابتة لعمليات معينة تحدد مسبقا لفترات طويلة وبها أجزاء أخرى للاحتفاظ بالنتائج الوسطية للعمليات الحسابية المختلفة ، التي تجرى لتحقيق هدف معين . وبالطبع فان الآلة لا تستطيع أن تحتفظ بهذه المعلومات على صورة مكتوبة ، بل ان التعامل مع الآلة يتم بالأرقام فقط . ويتم تحويل المعلومات الى أرقام تبعا لنظم خاصة . كذلك نجد أن استخدام الكتابة العادية لتدوين هذه الأرقام غير ممكن . ولذلك استخدمت طرق أخرى كهربائية ومغناطيسية والكترونية . ومن هنا نشأت تسمية الآلات الحاسبة بالآلات الحاسبة الالكترونية : والأرقام تتحول الى اشعاعات تعطى ذبذبات معينة خاصة بكل رقم ، ويحتفظ بها في الآلة بواسطة استخدام أنابيب الالكترونية شعاعية . واستخدمت حديثا نظم أخرى أهمها هي ما يسمى بنظام النويات المغناطيسية ، والاشرطة المغناطيسية المشابهة لأشرطة آلات الأصوات ، ويتم عن طريقها حفظ المعلومات



رسم توضيحي يبين كيفية ربط أجزاء أجهزة حفظ المعلومات ببعضها

بواسطة تحويلها الى ذبذبات تسجل بواسطة الطريقة العادية للتسجيل ، الا ان عيب هذه الطريقة ، هو طول فترة الانتظار لمعرفة معلومات معينة ، حيث يجب باستمرار ان يُلَف الشريط حتى يصل الى المطلوب . وأمكن التغلب على هذه المشكلة باستخدام اسطوانات مغناطيسية تدور حول نفسها ، ويتم التسجيل عليها بواسطة أكثر من ابرة ( رأس ) مغناطيسية .

### أجهزة التنفيذ ( الحساب ) :

هذه الأجهزة عبارة عن توصيلات كهربائية مختلفة الدرجة . من التعقيد ، حسب الغرض الذى بنى الجهاز من أجله . وتعتمد على نظم رياضية وكهربائية خاصة لاجراء عمليات الحساب .

### أجهزة التحكم :

وهي كما نرى فى الشكل مرتبطة تماما بأجهزة الحساب والذاكرة . وهي التى تتولى الربط بينهما .

### أجهزة الادخال والاخراج :

سبق أن قلنا أن الآلة الحاسبة لا تتعامل الا مع الأرقام ، وبالتالي يجب ادخال جميع المعلومات اليها بصورة عددية - ولما كانت هذه الأرقام يجب أن تدخل الى الآلة بصورة معينة ، غير صورة الكتابة العادية ، كان من الضروري أن توجد صور أخرى لكتابة الأعداد ، خاصة بالآلات الحاسبة الالكترونية . وهذه الصور تختلف أيضا

فيما بينها حسب تصميم جهاز حفظ المعلومات (الذاكرة) ،  
وهي تكون اما على صور بطاقات مثقوبة بطريقة خاصة ،  
أو شريط ، وأحيانا تستخدم أشرطة مثل أشرطة الأفلام  
السينمائية ، وبواسطة آلات خاصة للثقب ، يتم تحويل  
المعلومات المفردة المبرحة على صور أرقام الى ثقب في أماكن  
خاصة ، كل منها يدل على رقم معين . وتحفظ هذه البيانات  
فى الآلة .

وتتم قراءة هذه البطاقات أو الأشرطة المثقوبة بطريقة  
آلية ، بواسطة استخدام فرش خاصة لتحسس مكان  
الثقب وتعطى إشارة خاصة بكل مكان ، أو عن طريق  
استخدام أشعة ضوئية تنفذ خلال الثقوب وتعطى اشارات  
عن مكان هذه الثقوب ، وبالتالي مدلولها الرقمى . أما فى  
الأجهزة التى تعمل بواسطة استخدام الطرق المغناطيسية ،  
فان ادخال المعلومات يتم بواسطة استخدام الأشرطة أو  
الاسطوانات المغنطة . وتخرج النتائج بعد اتمام العمليات  
الحسابية على شكل بطاقات أو شرائط مثقوبة أو  
أشرطة أو اسطوانات مغناطيسية حسب نوع الجهاز .  
وفى حالة خروج النتائج على صورة ثقب فانه يلزم ترجمة  
هذه الثقوب الى أرقام مكتوبة اما آليا أو يدويا ، بناء على  
البرنامج الموضوع . . .

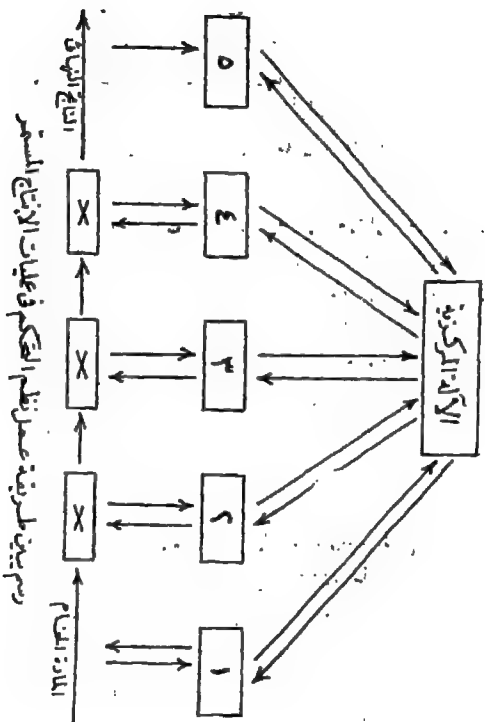
ونظرا للتطور الكبير الذى يشهده هذا الفرع من  
العلوم السيبرية ، فان نظم تشغيل هذه الآلات والوسائل  
المستخدمة لحفظ المعلومات ، وطرق عمل أجهزة الادخال ،

والاخراج ، والتوصيلات المختلفة التى تهم عن طريقها العمليات الحسابية تتغير باستمرار من مكان لآخر فى العالم ، ومن جهاز لآخر ، وما سبق ليس الا تبسيطا شديدا لعملية الحساب الالى ، ولكن هناك عملية أساسية وحيوية يقوم بها الانسان ، ولا يمكن حتى الآن للآلة ان تقوم بها بدلا عنه ، وهى الأساس فى نجاح أى عملية من العمليات التى تقوم بها الآلات ، سواء أكانت عملية حسابية بسيطة أم معقدة ، أو اذا استخدمت الآلة كآلة للتحكم أو التوجيه أو غيرها من الاستخدامات العديدة لهذه الآلات . هذه العملية هى اعطاء البرنامج للآلة أو البرمجة ، أو بمعنى آخر وضع الهدف ، وكتابة تفاصيله ، وطريقة تحقيقه بلغة نفهمها الآلة ، أو بمعنى آخر أداء عمل الربان ، وأول عمل يقوم به المرشد ، وهو تنظيم خط السير المثالى ، ولا يدخل هنا عملية تعديل خط السير ، اذ أن الآلة تقوم فى هذه الحالة بالتحكم فى هذا الجزء من العمل ، وكذلك الأجزاء الباقية ، حتى تتمكن فى النهاية من تحقيق الهدف . وعملية البرمجة هذه تختلف بالنسبة للأجهزة المختلفة ، والغرض من العملية التى يؤدىها الجهاز . وتصميم البرنامج المناسب لحل المشكلة المطلوب حلها ، هو الأساس فى أى عمل تقوم به الآلة فيما بعد . والقائمون بعملية البرمجة للآلات الحاسبة الالكترونية يكونون عادة على مستوى عال من التعليم . وملمين الماما كاملا بالرياضيات العليا . ويقوم بمعاونتهم معاونون متمرنون يتمتعون بقسط كاف من التفهم للرياضيات ، وأساسيات نظم عمل هذه الآلات . وعادة تقوم

السيدات والآسيات بأعمال البرمجة المعاونة ، لما تتطلبه  
هذه الأعمال من قدرة كبيرة على التركيز والصبر .  
وحتى يمكن أن يتصور القارى مدى أهمية عملية  
البرمجة ، أذكر هذه الواقعة التى حدثت لأحد الزملاء  
وقصها على :

« فى زيارة لأحدى الشركات العالمية فى ألمانيا فى عام  
١٩٦٥ ، وكانت الشركة تقوم بشجربة استخدام الآلات  
فى نظم التحكم الآلى فى مصانعها ، أراد مرشدنا فى هذه  
الزيارة أن يوضح لنا كيف تتم عملية التحكم الآلى فى  
الانتاج ( وسنشرح ذلك فيما بعد ) فبدأ الجولة معنا باتاحة  
الفرصة لمشاهدة صالة اعداد البرامج . وهى لا تختلف  
كثيرا عن صالات المصنع الأخرى ، التى يتم فيها اجراء  
أى عمل ادارى ، أو ذهنى ( متوسطة المساحة - نظيفة )  
- مكيفة الهواء - حوائطها مصممة بحيث لا ينفذ الصوت  
اليها من الخارج ، أو يخرج منها ) والفرق الوحيد بينها  
وبين أى صالة أخرى هو الآلات الموجودة بها . ولكن  
مرشدنا فى هذه الزيارة لم يكن يريد أن يطلعنا على الآلات ،  
بل انه قال بكل بساطة : لكى تعلموا يا حضرات السيدات  
والسادة مدى أهمية أعمال البرمجة للآلات المختلفة ، أحب  
أن أذكر لكم أن العاملين فى هذا المكان لا تنطبق عليهم  
النظم الادارية المختلفة ، التى تطبق فى باقى ادارات الشركة  
ومصانعها . . . حقيقة أنهم مطالبون بالحضور فى المواعيد  
المحددة للحضور وينصرفون عادة مع الآخرين ، ولكنهم





رسم يبين طريقة عمل نظم التحكم في عمليات الإنتاج المستمر

غير مطالبين بالعمل حينما لا يكونون ذهنيا مستعدين لذلك . وشركتنا تعمل على توفير كل وسائل الراحة لهم خلال فترة عملهم دون مضايقات أيا كان نوعها . . . هذا بجانب المميزات المادية الأخرى التى تتناسب مع أهمية مايقومون به من عمل ، لأكبر دليل على ما تعلقه شركتنا على التطور الكبير الذى يمكن أن يحدثه استخدام هذه الآلات فى مصانعنا .

ولما كان العقل البشرى دائم الإبداع ، وينتقل من فكرة الى أخرى ، ويحاول باستمرار التفوق على نفسه ، لذلك فان استخدام الآلات الحاسبة الألكترونية ، لم يقتصر على اجراء العمليات الحسابية ، بل أدخلت هذه الآلات ضمن نظم مختلفة ، متعددة الأغراض ، لاستخدامها فى نواحي الحياة المتعددة . وسنذكر فيما يلى بعض هذه الاستخدامات .

### نظم التحكم الذاتى فى الحركة :

كلنا سمعنا ولا شك عن القطارات التى تسير بدون سائق ، والطائرات التى تطير بدون قائد . ولماذا نبعد كثيرا . ان أحد نظم التحكم الذاتى الشائعة ، والتى حققت نجاحا كبيرا ، تلك المستخدمة فى توجيه سفن الفضاء . كل هذه النظم تعتمد أساسا على استخدام الآلات الحاسبة الألكترونية بصورة تسمح للنظام ككل أن يوجه نفسه ذاتيا ، وإذا حاولنا أن ندرس النظام العادى لقيادة الطائرة

مثلا ، نجد ان القائد لديه معلومات متعددة عن الطائرة نفسها - سرعتها - وزنها - وغيرها من المعلومات الثابتة التي تتحكم في حركة الطائرة ، ولديه أيضا أجهزة لتعطيه معلومات عن العوامل المتغيرة ، التي تتحكم في الحركة مثل سرعة الرياح واتجاهاتها ، وحالة الجو وغيرها . ويقوم القائد من حين لآخر بدراسة موقفه ، ومدى ما قطعه من خط السير خلال فترة معينة ، ويطلق بين ما هو عليه ، وما كان يجب أن يكون عليه في هذه اللحظة بالذات ، ويعمل من طريقة عمل الطائرة ، بحيث تتلاءم مع الهدف الواجب تحقيقه ، وهو الوصول في ميعاد معين الى مكان ما . والظروف المتغيرة التي قد تضطره الى الإسراع أو الإبطاء في السرعة أو تغيير الاتجاه ، كل هذه العوامل يمكن دراستها بدقة بالغة ، بالنسبة لكل خط سير ، تبعا لكل العوامل التي قد تؤثر على حركة الطائرة .

وكما هو معروف فإن العقل الانساني على دقته وإبداع تكوينه لا يستطيع أن يحل كل هذه العلاقات بالسرعة المطلوبة ، وقد يؤدي هذا الى عدم تحقيق الهدف بالدقة الكافية ، ولذلك فقد استخدمت الآلات الحاسبة التي تتولى ، بناء على برنامج خاص ، التحكم في حركة النظم المتحركة ، مثل القطار أو الطائرة أو مركبة الفضاء لاجراء مثل هذه العمليات . هذه الآلات تستطيع بسرعة فائقة ، بناء على المعلومات التي تغذى بها باستمرار عن حالة العوامل المتغيرة بالاضافة الى المعلومات المخزنة بها عن

العوامل الثابتة التي تتحكم في الحركة ، تستطيع أن تحسب السرعات اللازمة لتحقيق الهدف ، في كل وقت يحدد . وفي نفس الوقت يمكنها أيضا ، حساب البرنامج الموضوع ، وتعديل خط السير اذا كان هناك احتمالات لتغييره ، وإذا استلزم الأمر ذلك . وبواسطة ربط هذه الآلات الحاسبة بأجهزة التشغيل آليا ، يمكن التحكم في التشغيل تبعا للنتائج التي تتوصل اليها الآلات الحاسبة .

### نظم التحكم في عمليات الإنتاج المستمر :

توجد في مختلف المصانع العديد من العمليات الصناعية التي تتم آليا وبدون تدخل الانسان في عملية الإنتاج نفسها ، أو في عملية مطابقة الإنتاج للمواصفات المطلوبة . وهذه النظم تطبق أكثر ما يمكن في عمليات الإنتاج المستمر ، وبالذات إنتاج المواد الكيماوية . والشكل يبين دائرة التحكم الآلي في مثل هذه النظم . فإذا كانت المادة الخام تمر بالمراحل ١م ، ٢م ، ٣م ، نجد كما في الشكل ، أن كلا من هذه المراحل يتم ضبطها عن طريق آلة الكترونية خاصة بهذه المرحلة ، كما يرتبط كل من المادة الخام والنتائج النهائي بتوصيلات خاصة بالة لكل منهما . كل هذه الآلات تتجمع لتصب في الآلة المركزية .

وتعمل الآلات المرتبطة بالمراحل العملية المختلفة على التحكم في كل مرحلة من هذه المراحل ، بناء على تعليمات تصدر من الآلة المركزية . وفي نفس الوقت تقوم هذه

الآلات بالإضافة الى الآلات المرتبطة بكل من المادة الخام والمنتج ، باعطاء كافة البيانات عن نظام سير كل مرحلة كيميا ونوعيا الى الآلة المركزية ، وانتهى بناء عليها ، وعلى ما بها من معلومات مخزنة ، تبعا للبرنامج العام ، أن تعطى أوامر وتعليمات بتعديل فى خط السير فى أى مرحلة من مراحلها اذا استبدعى الأمر لاعطاء المنتج المطلوب حسب المواصفات ، وبالكميات المطلوبة .

وفى مصانع تحضير الكيماويات ترتبط كل الآلات الفرعية بأجهزة التحاليل المختلفة ، التى تقوم آليا بأجراء التحليلات اللازمة والمحددة مسبقا ، على كل ناتج من نواتج مراحل التصنيع المختلفة . وتقوم كل آلة من هذه الآلات الفرعية بمطابقة النتائج على البرنامج الذى تعمل طبقا له من الأصل ، أو بعد اجراء أى تعديلات عليه ، حسب ما يصل اليها من الآلة المركزية . ومما لا شك فيه ان استخدام هذه النظم للتحكم الذاتى فى خطوط الانتاج يستلزم اجراء تعديلات وتغييرات عديدة فى الأجهزة التى تستخدم للتحليل وتقييم المنتجات ، سواء بالنسبة للنتائج النهائية أو خلال مراحل الانتاج المختلفة . وقد أدى هذا الى تطوير كبير فى تصميم وطرق عمل هذه الأجهزة ، بل أحيانا فى طرق التحليل نفسها بحيث يصبح من السهل أداؤها آليا ، وبطريقة يمكن معها أن ترتبط بنظم التحكم المختلفة . وبهذه الطريقة يمكن أيضا التحكم فى أعمال محطات توليد الكهرباء ، وبالذات بالنسبة

لعمليات توزيع الكهرباء ، وفتح واغلاق محطات التحويل الأساسية والفرعية تبعاً لمعدلات الاستهلاك في كل منها .

### نظم التحكم الحربية :

من العوامل التي ساعدت على التطور السريع للسيبرية ، وخاصة في المراحل الأولى من هذا التطور ، والتي تصادف أن كانت خلال فترة الحرب العالمية الثانية ، إمكان استخدام النظريات السيبرية في تطوير نظام اطلاق القذائف المضادة للطائرات . وكان من نتيجة تقدم هذا العلم أن أمكن تحقيق هذا الهدف ، وهو التحكم في اطلاق القذائف مختلفة الانواع تبعاً للأسس السيبرية ، واطلاق القذائف الصاروخية المختلفة . واستخدام الصواريخ من الأرض للجو يتم على النحو التالي :

تقوم أجهزة الاستقبال ( الرادار عادة ) برصد تحركات الطيران وتظهرها على شاشة تليفزيونية يمكن بواسطتها تتبع حركة الطائرة . وبواسطة عمليات حسابية معقدة نتيجة ربط جهاز الرادار بآلات حاسبة خاصة يمكن تحديد اتجاه الطائرة الموجودة ، وسرعتها ، وغير ذلك من البيانات المطلوبة . وبواسطة ربط المعلومات المتاحة عن مكان القذائف الصاروخية ، ونظم اطلاقها ونوعية الاجهزة التي تتحكم في الاطلاق ، ودرجة كفاءتها بالمعلومات المتحصل عليها عن الطائرة الموجودة في الجو ، يمكن للآلة ذاتياً أن تحدد مكان التقاء القذيفة الصاروخية بالطائرة ، اذا

أطلقت في وقت ما ، وبالتالي تحديد المسار اللازم أن يسلكه الصاروخ للالتقاء بالهدف في النقطة السابقة تحديدها . ويقال ان هناك بعض القذائف الصاروخية التي يمكن التحكم في مسارها وتعديله بعد اطلاقها لزيادة كفاءتها في اصابه الهدف .

ولما كانت هذه العملية مثل أى نظام آخر من النظم السيبرنية تعتمد على مدى دقة الاشارة التي تصل الى نظم التنفيذ ، نجد أن الحركات التي ترصدها أجهزة الرادار ومدى دقة هذه الأجهزة ، هي العامل الرئيسى والمحدد فى معظم الأحيان لمدى نجاح اصابة اهدف . واذا عدنا الى نظرية نقل المعلومات السابق ذكرها ، والى ما ذكر أيضا عن حجم الاشارة ، الذى يتحدد بواسطة حجم المعلومة وحجم التشويش ، نجد أن حدوث أى تشويش لأجهزة الرادار يؤدى الى تغيير فى حجم الاشارة ، وبالتالي منع النظام ككل عن العمل بالكفاءة المطلوبة . وقد يصل التشويش الى الحد الذى يجعل حجم الاشارة صفرا أى يلغيها كلية ، بمعنى أن تصبح أجهزة الرادار غير قادرة على استقبال الاشارات . وقد شرح فينر فى كتابه عن السيبرنية فى عام ١٩٤٨ هذه الحقيقة والقوانين الرياضية المختلفة التى تتحكم فيها . وزوارق الطوربيد أيضا أصبحت توجه آليا . كذلك يمكن استخدام الآلات الحاسبة فى تخزين المعلومات التكتيكية الحربية ، ميل تجميع البيانات عن العدو وتقييمها ، وغيرها من الأعمال المتعلقة بالحرب والدفاع .

وتستخدم النظم السيبرنية الآلية فى العديد من المجالات الأخرى، مثل الترجمة الآلية، وتشخيص الأمراض، وفى القيام بعمل المدرس وفى الرد على الأسئلة والاستعلامات بالنسبة للمجالات المختلفة . وتوجد مثل هذه الآلات الآن فى محطات السكك الحديدية فى أوروبا وأمريكا للرد على أسئلة المسافرين ، وتحديد أنسب مواعيد السفر ، وبالأذات بالنسبة الى الحالات التى يلزم فيها ركوب أكثر من قطار لعدم وجود خط مباشر بين محطة القيام ومحطة الوصول . وأصبحت هذه النظم تستخدم أيضا فى مجالات البحوث العلمية المختلفة لتطوير هذه المجالات ، وسرعة الاستفادة من النتائج المتحصل عليها .

وهكذا نرى كيف يودى العلم الى اكتشاف أو اختراع ما، ثم تعمل تطبيقات هذا الاكتشاف أو الاختراع على زيادة فعالية العلم كاحد العوامل الأساسية لزيادة رفاهية الانسان . ولكن العلم وانتصاراته فى المجالات المختلفة ، ومن بينها السيبرنية ، سلاح ذو حدين ، يمكن اذا أحسن استخدامه أن يزيد من قدرة الانسان على الاستمتاع بحياته، وفى نفس الوقت يمكن أن يودى الى الدمار والتخريب ، وتهديد الانسان ، ربما نفس الانسان الذى ساهم فى احراز هذا الانتصار العلمى أو ذلك .

ومن هنا ظهرت الملحة لتوجيه العلم لخدمة الانسانية ، ومنع استغلال الانسان لآخيه الانسان . ويمكن أن يتم هذا التوجيه عن طريق الهيئات الشعبية أو الحكومية



في دولة ما ، أو عن طريق الهيئات البولية المختلفة .  
ولكن كل هذه الوسائل ، معها اختلفت درجة فعاليتها  
وقدرتها على التوجيه ، لا تستطيع أن تؤدي الى نتائج حاسمة  
في هذا المجال بدون المشتغلين بالعلم الذين تقع عليهم  
وعليهم دون سواهم مسؤولية توجيه العلم لخدمة الانسانية  
عن طريق استخدام القوانين والظواهر الطبيعية المختلفة  
التي تتكشف لهم خلال عملهم ، في تطبيقات لخدمة  
الانسان ، وحل مشاكله في جميع البقاع ، مهما اختلف  
لونه ودينه وجنسه ومكان ولادته .

على المشتغلين بالعلم يقع العبء الأكبر في هذه المهمة  
العسيرة ، التي تجابه انسان القرن العشرين ، ولذلك  
يجب اختيار هذه الفئة من الأشخاص ، التي تتخذ العلم  
مهنة لها ، ليس فقط تبعاً لكفاءتهم العلمية ، بل بناء على  
ما يتمتعون به من قيم وأخلاقيات شخصية وانسانية . وفي  
هذا المجال تحضرني حادثة أحب أن أذكرها هنا :

يقوم أحد أحفاد الكونت برنادوت السويدي الأصل ،  
والذي كان يعمل وسيطاً دولياً لمشكلة فلسطين خلال  
١٩٤٨ ، هذا الخفيد يقوم في ألمانيا ، كل عام أو اثنين  
على الأكثر ، بدعوة تقليدية للعلماء الحائزين على جائزة  
نوبل في مختلف الفروع لقضاء أسبوع كامل في الجزيرة  
التي يمتلكها ويرفع عليها العلم السويدي في بحيرة بودن  
سى Boodensee في جنوب ألمانيا .

والغرض من هذه الدعوة هو جمع أكبر حشد من العلماء من مختلف الاتجاهات العلمية والأدبية في مكان واحد ، وإعطاء الشباب من المشتغلين بالعلم وطلبة الجامعات الفرصة للاحتكاك بهذه الصفوة شخصيا ، عن طريق سماع محاضراتهم ومناقشتهم في أرائهم العلمية والانسانية والاجتماعية ، وعن طريق كافة الأنشطة الأخرى التي تتخلل البرنامج العلمي ، الذي يشترك فيه هؤلاء العلماء مع الشباب في كافة نواحيه وتفاصيله .

وقد أتيح لي في عام ١٩٦٤ أن أحضر هذا المهرجان الدولي اذا جاز لي أن أسميه هكذا . واستمعت الى العديد من الحاصلين على جائزة نوبل . استمعت اليهم وهم على منصة المحاضرات ، وبعد ذلك ونحن نتجول في جزيرة الكونت برنادوت بين الزهور ، أو نحن في الرحلات البحرية المتعددة ، التي كانت تنظم لإعطاء فرصة أكبر للمناقشات الشخصية . ومن بين كل ما سمعت وشاهدت لازالت صورة كل من العالمين ماكس بورن M. Born وأوتو هان O. Hahn في ذاكرتي ، وكلاهما ألماني ، وكانا يعيشان حتى ذلك التاريخ في ألمانيا . وكلاهما كان قد بلغ مرحلة الشيخوخة تحدث « هان » للشباب كيف تمكن هو وزملاؤه من تفسير العديد من القوانين والظواهر الفيزيائية المرتبطة بالذرة ، وكيف أن الأمريكيين استطاعوا بالاستعانة بهذه المعلومات أن يصنعوا القنبلة الذرية ، وأن

يجربوها فتى نجازاكي وهيروشيما وأن تحقق كل ما كان  
يتوقعه العلماء .

كان إحساسي وأنا أستمع الى « أوتوهلن » انه مشتغل  
بالعلم بالدرجة الأولى ، رجل استطاع ان يبعد نفسه  
وإحساسه عن البشرية . . عن الانسان ، وأصبح يرى  
ان تفجير القنبلة الذرية ، وقتل الأبرياء من الضحايا ليس  
الا تجربة علمية تمت بنجاح . ولست أذكر أنه قد تأسف  
لهذا العمل خلال هذه المحاضرة ، وأنه حتى لو كان قد ذكر  
هذا فان الانطباع العام ، الذى كان يحسه المستمع ،  
وكان هذا هو إحساسى الشخصى ، وإحساس الكثيرين ممن  
تناقشت معهم بعد الاستماع اليه - الانطباع العام لهذا  
الحديث ان « هان » كان يقوم هذا الحدث من الناحية  
العلمية فحسب . وأعطت هذه المحاضرة فكرة عما يمكن  
أن يشعر به العالم المبتعد عن المجتمع والانسانية ازاء  
مثل هذه الأحداث .

وتحدث « ماكس بورن » ، الذى كان يعمل أيضا فى  
مجالات الفيزياء ، تحدث عن العلاقة بين العلم والفلسفة  
والمجتمع وتطبيق النتائج العلمية ، وضرورة ارتباطها  
برفاهية الانسان . وكان مما قاله فى ختام عرضه الشائق  
الذى جذب انتباه ومشاعر معظم المستمعين .

« ولكن نحن العلماء يجب ان نتذكر دائما أن كل  
الخبرات أساسها الإحساس . ان العالم النظرى الذى

يفرق في معادلاته ، وينسى الظاهرة التي يرغب في توضيحها ، ليس بعالم حقيقى أو فيزيائى أو كيميائى ، وإذا أبعده كتبه عن جمال الطبيعة وتنوعها ، فانا اعتبره غيبا مسكينا . . . ان القيم الانسانية والجمالية لا يمكن ان تبنى على التفكير العلمى . . . ومهما كان التفكير المجرد جذابا ومرصيا للباحث العلمى ، ومهما كانت قيمة نتائجه للمظاهر المادية لمدينتنا ، فان هذا التفكير اخطر ما يمكن اذا استغلّم فى غير نطاقه ، فى الدين والقيم الجمالية والفن والأدب والانسانيات . .

واذكر ايضا قول « ماكس بورن » عندما علم ان تلاميذه ، ومنهم أوبنهايمر ، كانوا السبب فى تصنيع القنبلة البرية وتفجيرها فى تجازاكى وهيرولشيما :  
 « اننى علمتهم العلم . . . ولم اعلمهم الأخلاق » . .

## المراجع

- ١ - ايلينا ساباريننا بين الانسان والآلة - السيبرناطيقا  
في داخلنا - ترجمة صبحي أبو السعد - سلسلة  
العلم للجميع (١) - دار الكاتب العربي - القاهرة  
١٩٦٩ .
- ٢ - حسن كامل عواض - شفرة الحياة - المكتبة الثقافية  
- العدد ٢١٢ - دار الكاتب العربي - القاهرة -  
ديسمبر سنة ١٩٦٨ .
- ٣ - ل . كرايزمر - السيبرنيتيك - علم التحكم  
الآتوماتيكي - دار مير للطباعة والنشر موسكو  
( ترجمة عربية ) .
- ٤ - محمد مصطفى القولي - كيف تصنع الحياة في  
الخلايا - العلوم ( بيروت ) السنة الثانية عشرة -  
العدد العاشر ٣٢ - ٣٧ ( ١٩٦٧ ) .

٥ - محمد مصطفى الفولى - السيرنطيقا لفينر - تراث  
الانسانية ( القاهرة ) ٨ - ١٣٧ - ١٥٧ - ١٩٧٠ .

٦ - محمود فهمى حجازى - علم اللغة بين التراث والمناهج  
الحديثة - المكتبة الثقافية العدد ٢٤٩ - الهيئة  
المصرية العامة للتأليف والنشر - اكتوبر سنة ١٩٧٠

٧ - يورى فرولوف - العمل والمخ - ترجمة دكتور شكرى  
غازر ودكتور مامون بسيونى - سلسلة العلم  
للجميع (٢) دار الكاتب العربى - القاهرة - ١٩٦٩ .

8. Bonner, D.M. : Heredity. Printice Hall of India Ltd. New Delhi 1963.
9. Born, M. : Natural Philosophy of cause and chance. Dover Publ. Inc., New York 1964.
10. Karlson, P. : Biochemie 3. Anfl. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1962.
11. Frank, H. : Kybernetik. 3. Aufl. Umschau Verlag, Frankfurt 1964.
12. Saparina, Y. : Cybernetics Kithin us. Peace Publ. Moscow.
13. Wiener, Iv. : Kybernetik. Rororo Wissen 294-295. 1968.
14. Rasseгна, A review of Medical and General Topics, pub. Lepetit S.P.A. Milan. 1964-1969.
15. Scientific American. Scientific American Inc. New York. 1965-1970.

# فهرس

الموضوع	الصفحة
اعداء	٣ . . . . .
مقدمة	٥ . . . . .
تمهيد	٩ . . . . .
الفصل الأول : ماهية السيبرنية	١٩ . . . . .
الفصل الثاني : السيبرنية والبيولوجيا	٣٧ . . . . .
الفصل الثالث : السيبرنية والعلوم الانسانية	٦٩ . . . . .
الفصل الرابع : السيبرنية والعلوم الهندسية	٩٧ . . . . .
المراجع :	١٢٣ . . . . .

### الطبعة الثقافية

---

رقم الإيداع: ٥٤٧١ / ١٦٧١







وزارة الثقافة  
الهيئة المصرية العامة للكتاب والقصر

المرکز الرسمي      ١٩٦٥ م - تموز الحادي عشر - طبع في بيروت  
توزيع : ٧١٠٥٩ ٧١٠٥٨

الإدارة العامة للتوزيع ١٦ شارع فيصل - حي - القاهرة - ج ٤  
تليفون ٤٤٨٨ ٤٤٨٩

كتاب العرب للوزيع هـ ج ع م

**القضايا**

٥٥٠٣٢	س	١٩ شارع ٢٩	٤٠٠٩٢	ت	٣١ شارع شريف
٩١٢٣٣٧	ت	٢٢ شارع الجمهورية	٤٦٣٨٢	ت	٥ ميدان حمام
٩١٣٤٤٥	ت	١٨٠ شارع الجمهورية	٢١١٨٧	س	١٣ شارع المتكاتف
٤٥٠٣١١	ت	١٠٠ شارع الحرية	٢٢٩٢٥	س	٤٩ شارع صدر خال
٤٤٤	ت	١٠٠ شارع ابن حنبل	٢٦٠٥	ت	١٠ شارع عبدالحميد الخليل
٤٤٧٩	ت	١٠٠ شارع الجمهورية	٢٥٤	س	١٠ ميدان ساعة
٢٩٠٠	س	١٠٠ سوق النجاشي	٤٢٧٧	س	١٠ ميدان الحرية
١٠	ت	١٠٠ شارع الثورة	٣٨٤٤	ت	١٠ شارع الثورة

مراكز التوزيع خارج ج - ع - م

البنان . الشركة العامة للتوزيع - بيروت - شارع سوريا دابة آباء صمد وصالح  
المرق . الشركة العامة للتوزيع - بغداد - ميدان التحرير - صحيفة وصحة

يوكيلان وعمله فالتين طهرج ج - ع - م

الكويت : وكالة المطبوعات ٢٧ شارع فهد البنام بالكويت  
الأردن : مكتبة المحتسب - عمان

لیا : محمود عارف اشوہدی - ضرابی

الدونيسيا : عبد الله محمد الميذروس - جاكارتا

تونس : الشركة التونسية للتوزيع • شارع فرحات - تونس

الجزائر : ٩٢ شارع ديبوش مراد بالحرارة الخاصة

الغروب : المركز الثقافي العربي للنشر والتوزيع ١٩ - ٢٤ الشارع الحكي - الأحمدس -  
الشارع الجديد

هولندا • مملكة هولندا - لیت

الحسينية المحمدية طاب ثراها في الفردوس  
في حرمته القاموس القمعي



د . محمد مصطفى الفولى

- من مواليد الاسكندرية عام ١٩٢٩ .
- تخرج من كلية الزراعة - جامعة الاسكندرية عام ١٩٥٩ .
- حصل على الدكتوراه في الكيمياء الحيوية النباتية من جامعة ميونيخ الفنية في ألمانيا عام ١٩٦٢ .
- باحث بالمركز القومى للبحوث .
- عضو في بعض الجمعيات العلمية المحلية والاجنبية والدولية .
- من مؤلفاته : غذاء المستقبل من الكسب والبترو - العقل السليم في الجسم السليم - الكيمياء في خدمة الفلاح .

## المكتبة الثقافية (جامعة حرة)

- خلاصة الفكر القومى والانسانى
- تجعل المعرفة متعة تعمق الشعور
- بالحياة ، وسلاحاً يساعد على
- الانتصار فى معركة الحياة

يشرف على السلسلة

الدكتور شكرى محمد عياد

يصدر ق  
غرتا  
وأشارها الى

الدكتور عبد الله

أول

الكتاب ٥ قروش

Bibliotheca Alexandrina



0658892

3.5  
63s